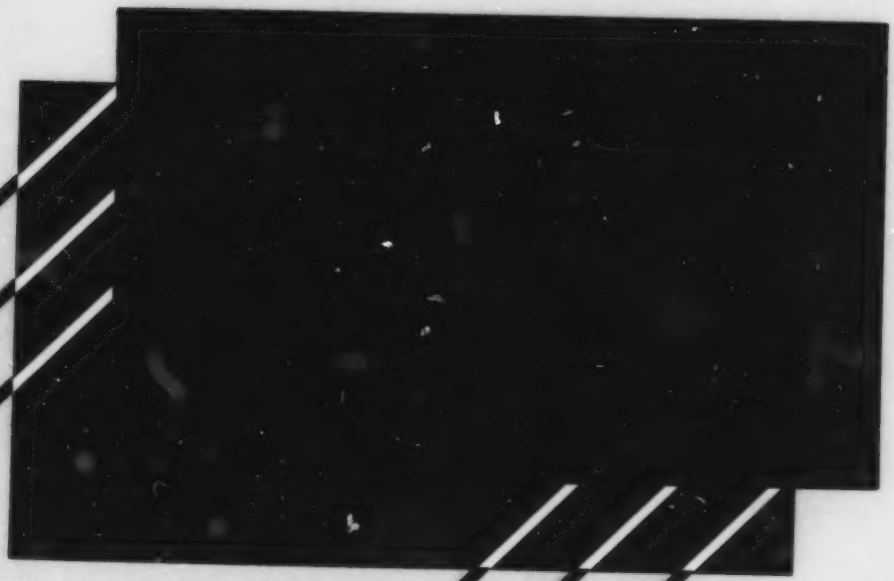
Gouvernement du Canada
Ministère des Communications

Government of Canada
Department of Communications

Le Centre canadien de recherche sur l'informatisation du travail
Canadian Workplace Automation Research Centre



Canada

INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEMS : A PRACTICAL APPROACH

by

Kim Dalkir

This report is the result of research done at the Canadian Workplace Automation Research Centre

Communications Canada

Laval

November 1987

92-05712/

No. cat. 28-1/69-1990F
ISBN 0-662-18235-9

SUMMARY

A review of the state of the art in intelligent decision support systems is discussed, in terms of what distinguishes them from other computer systems and in particular, how artificial intelligence techniques can be used to increase the power of decision support systems. Several taxonomies of decision support systems are also analyzed in order to develop a more comprehensive classification scheme.

The methodology of designing, developing and implementing a decision support system is outlined. This includes the various ways of representing the decision process, alternative methods for evaluating system perfomance and the different theories that may serve as a foundation for decision support technology. The initial system analysis and design phases included identifying the problem addressed, the needs of the users that will be met by the system and precise definition of who the approach currently used in creating artificial intelligence application systems, expert systems in particular.

Finally, the strengths and weaknesses of decision support systems will be pointed out and the use of artificial intelligence techniques, expert systems in particular, will be proposed as a good way of maintaining all the advantages while at the same time making up for the deficiencies of the traditional decision support systems. Some examples of intelligent decision support systems currently under development are included in order to provide some idea of the present status of this area of research.

1. Introduction

1.1 What is a DSS ?

A Decision Support System is a (computer-based) system aimed at supporting decision activities that are not fully structured by making sets of data and advice available to the user. DSS is exactly what the name implies : Decision (a problem to be addressed, an action to be taken), Support (i.e. not a replacement but an aid to enhance decision making) and System (not necessarily a computer, but the entire system that will be affected by the decision : man, machine, organization, environment, etc.) DSS are man-machine approaches to decision making, a systematic way of improving the effectiveness of decision making (and not necessarily efficiency, which refers to decreasing the time and cost required to carry out a task).

The requirements for a DSS consist of hardware (time-sharing, graphics, microcomputers, telecommunication networks), software (database management systems, simulation languages, application packages) and people (DSS analysts and designers, willing users). In addition, the right sort of problem should be addressed - namely, a semi-structured decision. Structure may be defined as follows: of the three major phases in any decision, intelligence (identify the problem), design (identity the alternatives); and choice (pick the best alternative); if all three are known, the decision is structured; if one is known, the decision is unstructured; all others are semi-structured. For example, reordering inventory when it falls below a certain threshold level is a structured decision, while hiring a manager relies almost entirely on subjective judgement and thus represents an unstructured decision. Deciding on the best location for a new plant, for example, would be a good semi-structured problem for a DSS (see figure 1).

Figure 1. The Decision Spectrum

A DSS can be used in both a descriptive sense (how decisions are made) and a prescriptive one (how should they be made). Users of a DSS thus acquire information in order to make a decision as well as recommendations from the system. One can view a DSS as a provlem solving system or as an advanced inquiry system, where information is obtained and users make decisions manually. The simplest level of a DSS would be a spreadsheet while a complete, high-level DSS would have the following features : natural, English-like expressions, access to external databases, easy to use graphics to display results and computations of "what-if?" analyses (extrapolation, risk analysis).

A DSS is a means of creating, revising, checking and using a decision model, which is any type of quantitative or logical abstraction of reality, created to help someone make a decision (i.e. the quantities involved and the relationships between them) Traditional decision making has relied on optimization with a single measure being used to rank order preferences among alternatives. In DSS, we want instead to improve the quality of decisions made, to the satisfaction of the decision maker. One way of improving this quality is to provide more information, relevant information, th the decision maker. The DSS will contain facts, rules and also less tangible items such as opinions, judgments and educated guesses. The knowledge required may be explicit, logical or heuristical in nature. A DSS can support the decision maker dealing with ill-structured problems by enhancing their understanding and judgment, rather than providing a unique 'solution' to the problem.

1.2 How is DSS related to other areas ?

DSS is an interdisciplinary approach to problem solving that draws on a variety of fields : information economics (decision analysis, the value of information), management science (modeling, simulation, optimization, heuristics, decision theory), behavioural science (user resistance to implementation, user training, cognitive styles of decision makers), computer science (hardware, software, system analysis and design) and management (difference between information and data, who needs what information, when, where and why, information flows and control). Figure 2 illustrates the different disciplines that contribute to DSS.

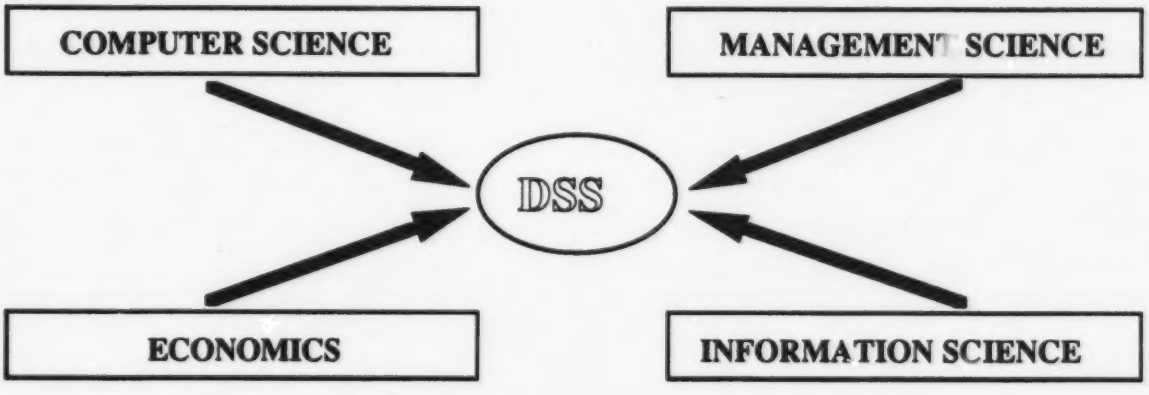


Figure 2. Interdisciplinary nature of DSS

DSS really has a wider context and more evolved nature than other, related disciplines. Management Information Systems (MIS), for example, deal with structured tasks with standard operating procedures, decision rules and reliable information flows. The goal is to increase efficiency. Operations Research (OR) and Management Science (MS) also deal with structured problems and aim to find better solutions through optimization techniques. DSS are distinguished by the fact that they address more judgmental decisions in an effort to increase effectiveness (see figure 3).

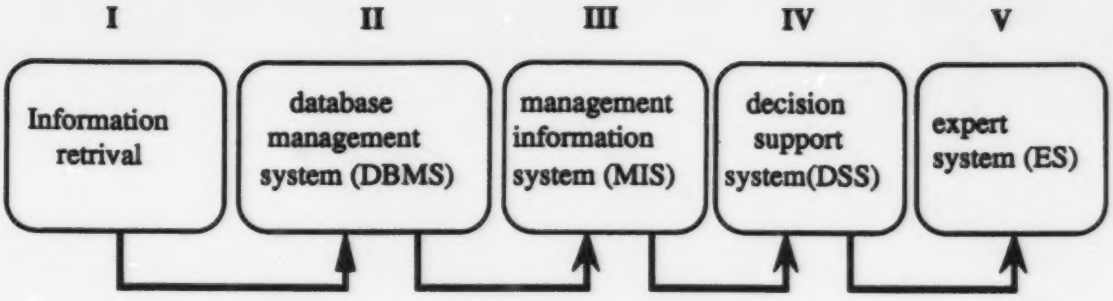


Figure 3. Evolutionary nature of DSS

The need to process information may be a continual one if decisions are made on a fairly regular basis. Periodic reports are need for such routine decisions, and Electronic Data Processing (EDP) systems serve this area well. However, some decisions are infrequent or arise only once. This necessitates special data analysis and greater decisional support, an area that is served well by DSS. EDP tends to provide technical solutions to technical problems by automatically generating standard reports. A DSS deals with unexpected, ad hoc problems and information demands. Intelligent MIS would thus represent a hybrid approach to decision making, combining some of the properties of a conventional MIS with artificial intelligence techniques (refer to figure 4).

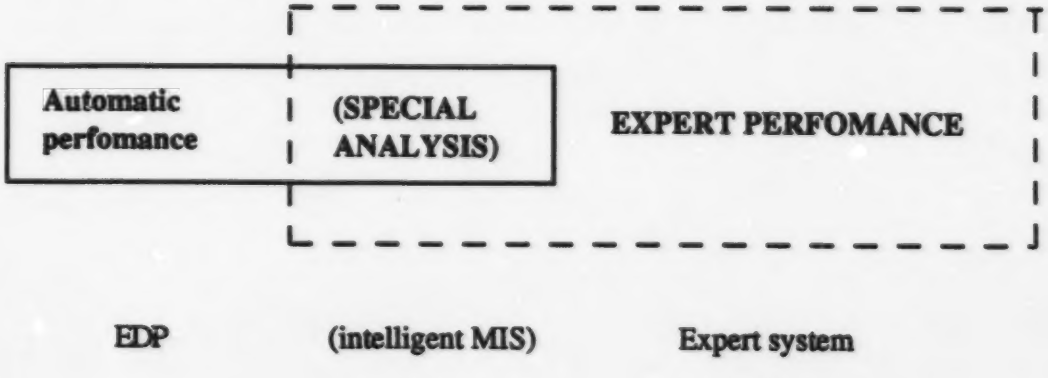


Figure 4. Overlap between expert systems and MIS

In summary, a DSS can be said to be a more evolved form of computer support that goes beyond simple information retrieval and manipulation to provide broader support and covers all aspects of a decision to provide more sophisticated output to the user (see figure 5).

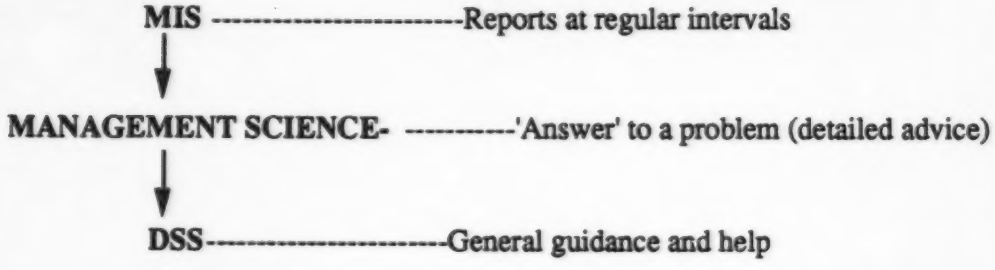


Figure 5. Sophistication of output

2. Taxonomy

2.1 DSS Classification Schemes

DSS can be categorized according to a variety of factors. The major criteria are: the nature of the decision, the user of the system, the risk involved in the decision and the mode of usage. These are briefly outlined below.

2.1.1 Nature of the Decision

Decisions vary with respect to type, frequency, number, outcome (final result, input to another decision), where the decision is made, who makes it (individual, group), the organizational level, and the environmental setting (or context) of the decision. One possible taxonomy is a spectrum with programmed decisions at one end and nonprogrammed ones at the other. A programmed decision is routine, repetitive and more or less standardized, such as the processing of the payroll every two weeks. Nonprogrammed decisions are more risky, unique or arise very infrequently or only once, such as deciding on a merger with another company. DSS will best address 'semi-

programmed' decisions, with some ,structure but also with a substantial amount of uncertainty involved.

2.1.2 Risk

The risk inherent in the decision making process is another criterion. Decision making ususally occurs under certainty, risk or uncertainty. Certainty represents the situation where there is complete knowledge of all strategies and all possible outcomes. Risk is the case where all the alternatives, strategies and outcome probabilities are known. Uncertainty is the same situation with risk but with unknown probabilities as well.

2.1.3 End-Users

The actual user of a DSS may be one or more individuals and may be actual decision makers or intermediaries. At first it was thought there would be a terminal in every manager's office but because most thinking is off-line and most decisions are sporadic, involving only a brief analysis period, this has not happened. Typical DSS users are therefore computer specialists who communicate directly with the system (on or off-line) to receive and decode information. Other users are intermediaries who filter and interpret system outputs and explain the results to decision makers. Decision makers may be end-users of a DSS it they make decisions based directly on the system's output.

2.1.4 Mode of Usage

There is a basic dichotomy in the mode of usage of a DSS based on whether it is used on or off-line (interactive or batch technology). This can be further elaborated into four major modes of usage: the terminal mode, where the decision maker has direct, on-line access, the clerk mode, where the decision maker has direct but off-line access, the subscription mode, where the decision maker automatically receives periodic, standard reports, and the intermediary mode, where the decision maker receives information from intermediaries who analyse and report the system's output.

The most frequently used one is the subscription mode, despite its inflexibility and generation of unnecessary paper.

2.1.5 Other

Other DSS classification shcemes may be based on the nature of the input to the DSS (data, random numbers for simulation modesl), functional area of use (marketing, finances, etc.), the decision perspective (strategic planning, control) and the degree of specificity of the system (one specific application or used for general decision making).

2.2 Recommended DSS Taxonomy

The output of a DSS can vary from a single item of information to a complete decision analysis with recommendations, To this end, the proposed taxonomic scheme helps to visualize the spectrum that exists between a DataBase Management System (DBMS), a DSS and Expert System (ES). There appears to be a dichotomy between knowledge-based DSS, which can store and use large databases specific to a given problem area, and situation-based DSS, which are domain-independent and acquire knowledge, generate inferences and analyze decisions. Knowledge-based DSS provide factual information while situation-based systems provide advice on the decision to be made.

Another, parallel, dichotomy exists between a procedural DSS, which has to be 'told' each step to carry out, and a definitional system, which reads and in some sense understands the problem as an individual would. The latter is a situation-based DSS, with the ultimate system being one that mimics the behaviour of an experienced, "expert" decision maker. Both divisions occur between the third and fourth categories shown below.

Table 1. Decision Support System Taxonomy

CATEGORY	DESCRIPTION
I. Information retrieval	immediate access to data item on file (e.g. mechanized inventory system)
II. Selective retrieval	data manipulation and analysis (e.g. ad hoc budget analysis)
III. Computations	access and manipulation of databases, calculate consequences of planned actions (e.g. spreadsheet analysis of profitability)
IV. Models	accounting model, representational models optimization and recommendations (e.g. risk analysis, resource allocation)
V. Inferences	propose and/or make decisions (e.g. expert system to configure computers)

2.3 Some Existing DSS

Some representative DSS examples are shown below to illustrate the diversity of current applications. These range from advisors on textbook selection for course instructors, to advising on a career, managing a project, managing data and short term corporate planning systems. Research currently underway is geared toward the development of DSS tools to aid in the development of applications. One system, GODDESS is a computerized, domain-independent DSS that helps to structure and represent decision problems. This helps in problem perception by developing decision trees in order to formulate the problem at hand.

Table 2. Decision Support Systems

Portfolio Management System

- administer client portfolios, gives advice on investments
- helps analyse portfolios, extract information

CAUSE (Computer-Assisted Underwriting System at Equitable)

- helps insurers calculate renewal rates for group policies
- 500 to 1 000 calculations are necessary, helps choose the most appropriate ones
- decreases workforce mobility, decreases time and cost of training

BIS (Budget Information System)

- interactive reports on budget, status, profits and losses
- helps in planning, interrogating, analysing and modifying reports without imposing a structure

IMS (Interactive Management System)

- gives advice on the choice of publicity media
- identifies characteristics of target markets
- analyses market segmentation in order to determine the optimal media mix

CLC (Cost of Living Council)

- attempts to standardize salaries and prices in order to implement the ecomomic policy of the U.S. government
- gives advice on political matters and measures the degree of compliance with policies

3. DSS Development

3.1 Representation of the Decision Process

A quantitative decision model is simply a mathematical relationship between the variables involved in the decision. These variables may be decision variables, directly controlled by the decision maker, intermediate variables, linking decisions to outcomes, or outcome variables, which measure perfomance ('attributes'). A decision tree is used to initially model these variables. This is a graphical depiction of the relationship between variables, showing dependencies, decision nodes and all possible outcomes.

The DSS developer should ensure this tree is complete (all important factors have been included), minimal (non-redundant), comprehensive (no ambiguous variables) and measurable (effects of decision variables on attributes can be assessed). The next step is to transform the decision tree into an influence diagram which elucidates the exact nature of all the variables and all the relationships between them. The influence diagram displays the problem and frames the concept of the decision mode. Figure 6 shows sample representations of the decision process.

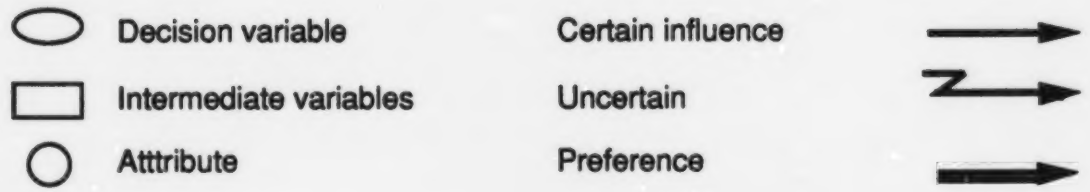
The influence diagram is a model, a representation, of the information that is available to the decision maker and is an invaluable first step in studying any type of decision process.

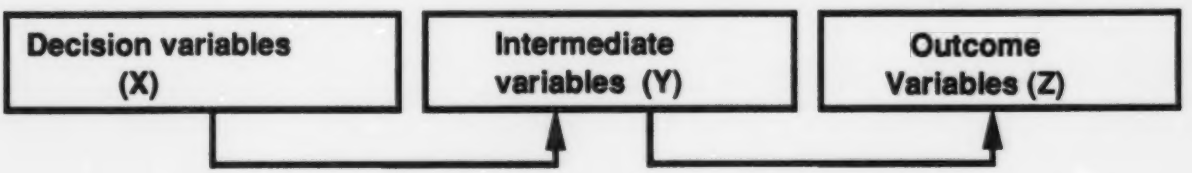
3.2 DSS Design and Implementation

Once the DSS developer has understood the decision process, the potential ways of improving this process can be explored. Insight into how decision makers function is needed, in order to adapt to the particular context and thus effectively support decision making. In addition to describing the decision process, defining key decisions and identifying areas where DSS can be useful, the DSS developer must also identify risk factors and formulated possible strategies for dealing with them. The recommended approach is to divide the project into manageable portions, either through the use of prototypes or by using an evolutionary approach in system development. This serves

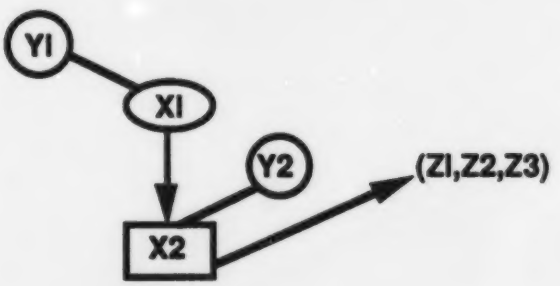
to decrease both the complexity of the decision and the risk involved, especially in its implementation.

The following are some of the conventional symbols used :





A. DECISION MODEL



B. DECISION TREE

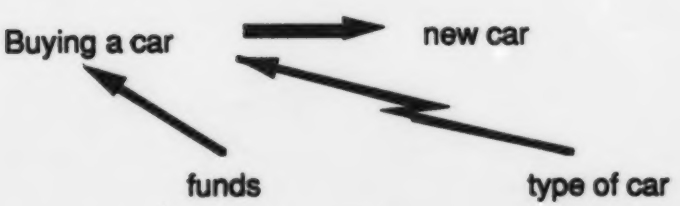


Figure 6. Sample Decision Representations

A satisfactory support base should be developed with user participation and committment in order to "sell' the DSS effectively. User needs must be met when it comes to institutionalizing the system, by providing training, ongoing support and tailoring the system to particular needs. An implementation risk analysis as well as the usual cost/benefit analysis should be carried out before any development work begins, in order to anticipate, and hopefully avoid, some of the potential implementation problems that may be encountered.

The initial DSS design will necessarily be incomplete given the nature of the problem. The problem is to first identify what is required and what the key decisions are, in order to define a normative model (what the decision process should be). The difference between the actual and normative models is a measure of both the potential payoff of the system and of the anticipated difficulty in implementating the DSS. This approach allows the generation of a range of alternatives and alternative designs in order to pick one (or synthesize some of all of the alternatives). The final choice will of course be judgmental to some degree. The DSS must then be validated, refined, updated and maintained in order to adapt to changes in needs, or in problem scope. The DSS development cycle is shown in Table 3.

Table 3. DSS Development

STAGE	DESCRIPTION
Formulate decision	Understand decision to be made identify needs, objectives constraints form value system to evaluate choices list all choices, options, outcomes
Analyze decision problem	determine impact and risk of all choices, identify all variables and relationships, identify their nature (certainty, preference), identify any bounds or weights

Model decision problem	structure (decision tree, influence graph), what-if analysis for each possible choice
Validate decision model	External numbers, data required, compare with individual perfomance, evaluate validity of decisions, variables, extend and refine model

The implementation of a DSS can turn out to be more complex than the design, especially if the system is intended to be used by managers. The DSS developper's role is therefore one of facilitator and manager of change rather than a technician. Human factors cannot be glossed over and much planning must go into the implementation of a successful DSS. Extensive training and support are required and the users should be actively involved in practically all aspects of the design stage as well. The more involved the potential end-users are the easier it will be to motivate them to use the system once it is in place.

4. Foundation of a DSS

4.1 Problems, Needs and Users Addressed

Situations where a DSS would prover useful are characterized by the following characteristics:

1. The existence of a large database that is difficult to access and to conceptualize,
2. The need to manipulate this or compute a solution based on this database,
3. Time pressure for the answer of for the process of arriving at an answer,
4. Judgment needed to recognize or decide what constitutes the problem, the alternatives and the solution.

A DSS assists the decision maker in visualizing the problem in its entirety (a more global view of the situation), in addition to keeping track of details and computations, taking into account more relevant facts, more long term factors and providing a methodology for trying out different assumptions (what-if queries).

The job of a DSS is to move the decision maker more toward the structured end of a decision spectrum. This makes the decision making more orderly and therefore easier to carry out. Semi-structured problems are the best candidates for a DSS. These can typically be solved with a 20 minutes consultation with the right person and usually involves a choice from among a few dozen alternatives. Problems addressed by a DSS are usually unanticipated ones, so that the information that will be required cannot be specified in advance. The data required typically comes from multiple sources and tends to be vague, imprecise, uncertain and even incomplete in nature, creating a problem that is wide in scope.

A DSS is often developed in order to improve effectiveness rather than efficiency per se. Improving personal efficiency (decreasing time and effort for clerical tasks) can help effectiveness but other factors include improving problem solving (decreasing time and increasing accuracy of results), facilitating interpersonal communication (persuasion and justification of choice using a DSS, providing common concepts and a common vocabulary), promoting learning and training (better understanding of the decision) and increasing organizational control (review of decisions and maintenance of their quality).

4.2 Underlying Decision Theory

DSS requires a detailed understanding of the decision-making process. A DSS must first have a descriptive framework of the problem before it can carry out its prescriptive functions (in other words, one must first analyze a system before embarking upon any improvements). There are two major factors to consider: the nature of the decision maker and the nature of the decision itself.

4.2.1 Decision-Maker

There are a variety of views concerning the decision maker which arise from differences in how people acquire and use information, how they reach decisions and how groups handle decisions. Five commonly encountered viws are :

1. *Rational man* - a completely informed individual that carries out a cost/benefit analysis and decides, based on decision analysis and game theory (this represents the ideal),

2. *Satisficier* - an individual who uses rules of thumb and operates within a bonded rationality to arrive at "good enough" decisions (a more realistic view of the decision-maker),

3. *Organizational procedures* - decisions are the output of standard operating procedures and the organization is seen as a string of decision centres linked through common communication networks,

4. *Political view* - the decision-makers are involved in a bargaining process and decisions are made within certain constraints.

It also appears that decision makers, regardless of cognitive style, all seem to prefer verbal information to documents and brief, face-to-face encounters as opposed to lengthy presentations, which should be taken into account when designing computerized decision aids for them.

4.2.2 Decisions

Decision-making typically involves three stages: listing all the alternative strategies, determining all the consequences that can result from each strategy and, comparing and evaluating each set of consequences. It is, of course, impossible for any one individual to know all the alternatives and consequences - thus a decision-maker cannot be entirely rational. There are simply too many alternatives and too much information in general to deal with in an entirely comprehensive and systematic fashion.

The traditional approach to decision-making has assumed that the decision-maker is a rational, fully informed person who will develop decisions in the best interests of the organization - namely, the best economic interests. However, many problems have non-economical considerations, such as political, social and personal issues that must be dealt with. Rationality becomes next to impossible which necessitates what is called a bounded rationality, constrained by individual experience, backgrounds and values. These constraints are defined by the decision structure.

Decision theories thus offer advice to human decision-makers by evaluating the problem to be adressed and by evaluating the proposed plans to deal with the situation, within these bounds of reality. A brief overview of the various decision methodologies appears below (in roughly increasing order of sophistication):

Heuristics

1. ***Rule in rule out*** - apply each rule in a stepwise fashion to each alternative, obtain a score for each, accept/reject them to varying degrees based on the scores obtained.

2. ***Lexicographic rules*** - rank all alternatives according to the most important rule; if there are ties, apply the second most important rule; continue.

3. ***Mixed scanning*** - (concordance analysis, pareto optimality): obtain a short list (first round elimination) by omitting all alternatives clearly dominated by another with respect to all criteria.

4. ***Least committment principle*** - to avoid premature and/or arbitrary decisions, avoid making them until there is enough information (but be careful of deadlock, when there are decisions to be made but no compelling reason to make them).

Mathematical

1. ***Maximax*** - optimize by selecting alternative with greatest expected value (probability times payoff)

2. ***Maximin*** - pessimistic approach, select the greatest payoff from the set of worst alternatives (best of the worst) to minimize potential loss

3. ***Minimax*** - regret approach, minimize post-decision regret (the amount of difference between actual and potential payoff) by selecting most likely payoff

4. ***Laplace decision criterion*** - the principle of insufficient reason; in the absence of information, assume all probabilities are equal for all alternatives and choose greatest payoff

5. ***Optimization techniques*** - linear programming, dynamic programming, etc. to choose the best alternative; identify what to maximize or minimize and what the alternatives, decision variables and constraints are.

6. ***Decision tree (expeced value) analysis*** - identify all outcomes, their probability of occurrence and the payoff or value, compute the expected value (payoff times probability) for each decision point and pick the branch with the highest resultant expected value (sum of all the nodes).

Note that numbers 1 to 5 represent mathematical approaches, using primarily matrical representations of the alternatives to generate evaluations of each alternative. The decision tree approach is a diagrammatic one, with mathematical computations perfomed at every decision node, to arrive at an overall value for all the branches.

Specialized

1. *Multiattribute decision theory (MAUT)*

This theory is applicable to a special kind of structured human problem solving that involves selecting a particular alternative based on a number of attributes, so as to satisfy the aims or goals of the decision-maker's environment. The problem is made complex due to identifying, obtaining and processing all the information required. Decomposing the problem into smaller, more manageable subproblems is one way to handle the complexity. The subproblems can be evaluated separately and independently with respect to the different dimensions and then a total, aggregate utility is obtained through a complex function of these performance variables. MAUT is well-suited for decision environments with multiple, conflicting and noncommensurate objectives.

2. *Group Decision Theories*

Many decisions are carried out by more than one decision maker. Common examples are elections and committees. This entails the additional problem of how to aggragate subjective evaluations into an overall decision (conflict resolution methodologies). Some approaches to group decision making are :

i. Majority vote - the simplest and most common way

ii. Borda rule - use strength of individual preferences to resolve conflicts

iii. Cardinal utility - score each alternative numerically by averaging all the individual scores given

iv. Bargaining - each individual strives to maximize their own gain in a collective bargaining methodology

v. Additivity - treat the group as an individual and maximize collective good by agreeing on the weighting scheme:
   - Delegation, where one decides (chairman),
   - Decision rules for a group utility function as a sum of individual ones,
   - Substitution to try each individual decision scheme and pick best to use.

3. *Fuzzy set theory* [15]

This is required for any complex, imprecisely defined problems and for decisions requiring inferences. Real world complexity can best be modelled using fuzzy sets, or variables, that are not defined as discrete functions. For example, in everyday usage, we tend to say 'around 50', 'very tall', 'not quite right' and so on. These are all fuzzy or linguistic variables but they can still be treated in a mathematical fashion. The only difficulty lies in defining membership of a fuzzy set. One way of thinking about this is by saying fuzzy concepts are adjectives for entities (nouns) or adverbs, for relationships (verbs).

4.3 Strengths and Limitations of DSS

The advantage of a DSS is that current information is available upon request. This serves to increase response time and the number of decisions that can be made. A DSS also allows the decision-maker to consider more alternatives which in turn improves the quality of the decision. DSS can therefore have a significant impact on decision-making by providing a better problem solving environment, one which focuses on the relevant items and one which separates facts from judgments. Data can be processed through more complex decision models using such systems and both data collection and data presentation can be more easily tailored according to the needs of the decision-maker.

The greatest benefit of a DSS, however, lies in its consistency and uniformity in applying decision criteria. After all, the reason why decision-makers cannot behave in an ideal manner is because they are not considering all the factors that are relevant to the decision, either due to limited memory or due to limited information. Decision-makers also find it difficult to weight all the factors appropriately and to account for any interactions between criteria (such as tradeoffs). To further cloud the issue, decision-makers often do not make consistent decisions as time goes on and they may also differ in the manner in which the decision is reached. Although it is not necessary for all decision-makers to use the same methodology for all decisions, they should behave in a systematic and comprehensive manner.

Despite the fact that DSS may help compensate for the limited capabilities of decision-makers, the computerized decision aids have their own limitations. Some of the major drawbacks are discussed below.

4.3.1 Fundamental Problems

A DSS should ideally be able to answer the following types of questions: What really happened in the past? What is happening right now? What will happen in the future? what can I do now to create the future I want? At present the DSS approach can only contribute to these questions and not answer them. There are four types of questions that may be asked: factual (direct access of a data item), factual inferential (interpretation required), causal inferential (why? - type questions) and predictive (What-if? questions). A DSS can handle factual questions and some forms of predictive questions but cannot carry out any inferencing on the knowledge that is required for the decision-making process. Also, as there is no real data on how any type of decision is actually made by human decision makers, it is difficult for any DSS to effectively support decision making.

4.3.2 Technical Problems

The more complex a DSS is, the more likely it is that technical problems will arise. Among these are the conventional hardware and software problems, such as exceeding the memory capacity and program bugs. There may also be more basic, conceptual design problems which will not be as readily apparent, such as inappropriate assumptions regarding the users, or having tackled the wrong problem in the first place. There will probably be a variety of user problems as a result of these difficulties, especially if the user interface has not been properly designed. In addition, the data required for the system may be problematic, either in its nature data (incorrect, ou of date) or in its quantity (too much, too little, nonexistent).

4.3.3 People Problems

User problems usually arise during the implementation stage of a DSS. One rule of thumb is that the more innovative the system is the more difficulties will be experienced in its implementation, especially in terms of user resistance. You can't simply plug in a DSS and leave it at that. Factors such as motivation, fear of replacement, and individual cognitive styles and work habits must be taken into consideration. A DSS will therefore require multiple perspectives on the decision process, which is not possible at present. For example, there are two major types of cognitive styles in decision making, analytical and intuitive. The analytical individual is systematic, algorithmic whereas the intuitive decision maker has a more global, heuristical perspective. Conventional DSS environments are most effective for the analytical decision maker and at paresent cannot fully accomodate intuitive cognitive styles.

4.3.4 Performance

Although many DSS applications exists and are currently in use, studies have shown that the average human decision-maker can outperform all of these. This was clearly shown in the case of evaluation and subsequent selection of research and development projects for funding decisions. Evaluation problems also play a role and these are discussed further below.

In order to be able to improve a decision making sequence, the following required of a DSS:

1. an a priori definition of improvement,

2. a process of monitoring progress beyond this goal,

3. a formal review process to determine when the system is complete (the DSS developer therefore requires a plan before beginning to keep the project to a manageable size).

We can attempt to evaluate a variety of facets of the DSS such as the decision outputs, the decision processes, the decision-maker's concept of the situation, a change

in procedure, a cost/benefits analysis, service measures, the decision-maker's assessment of the DSS and anecdotal evidence. It is best to try more than one of these, keeping in mind that factors external to the DSS may also be held accountable for any improvements (e.g. a Hawthorne effect, when the control group tries to outperform the experimental group).

For each DSS to be evaluated, then, the following questions should be raised: What are we trying to accomplish? What criteria will determine success of failure? How will we know when the system is complete? and, How can we determine if the effort was worth the cost? (see Table 4).

Table 4. DSS Evaluation

I. The System	its technical configuration and how it functions
II. The problem	what problem is addressed and how does it affect the user
III. The User	who uses the system and in what manner
IV. The Implementation	how was the DSS installed, what problems arose (if any), and how they were handled
V. The Impact	what was the impact of the DSS and how was it measured
VI. The Evaluation	was the system a success of a failure and why
VII. 20/20 Hindsight	what was learned, how does the system compare with others, what needs improving.

The two major stumbling blocks in DSS environments thus appear to be the lack of inferential capabilities and the inability of such systems to accomodate different types

of users. Both of these can, however, be readily found in another emerging technology - expert systems. The possible synergy between expert system and DSS technologies is discussed in the next section.

5. Future Considerations

5.1 Technological Advances

Future trends in DSS indicate increased expectations, increased technological awareness and better quantitative skills on the part of decision-makers, in addition to tremendous advances in the basic technology (hardware and software). As familiarity with computer in general increases, the resistance to most computer systems will decrease. All this points to DSS environments becoming more and more commonplace.

These changes may improve the effectiveness of DSS and perhaps radically transform the manner in which we make decisions. By expanding the variety and volume of information available to the decision, the quality of decisions made is expected to improve. This will in turn accelerate the pace at which decisions are made, and will be expected to be made.

One possibility is that in the future, DSS developers will be able to build their systems in a modular fashion by choosing required blocks of functions from a library. For example, standard packages would include report generators, statistical analysis kits, electronic mail, etc. These can be selected and routed to the particular application system being developed through telephone networks.

Another trend is that of increased software costs with a concurrent decrease in hardware costs. One by-product of this will be greater decentralization of decision-making, improved quantitative analysis and therefore, better decisions. Unfortunately, these technological advances have not be matched by increased ability to monitor, filter and selectively analyze large volumes of information. Instead, a vast amount of information overload has resulted, with very inefficient use of DSS. What is needed now, more than ever, is intelligent processing of information - knowledge management system.

One approach is to look into the benefits of coupling DSS technology with that of expert systems, the most successful application of artificial intelligence technology to date. This will increase the sophistication of the support offered to the decision-makers by providing inferencing capabilities. Such intelligent decision support systems (IDSS) would act more as an expert consultant to the decision-maker in lieu of conventional DSS that act more as clerical assistants.

5.2 Intelligent DSS

The field of artificial intelligence has great potential for decision-making applications. Some overlap areas are: modelling and representation of knowledge, reasoning, deduction and problem solving, heuristic search, and expert systems. Knowledge-based expert systems are programs that can give advice or analyze complex information, much in the way a human expert would, for a specified domain. An expert system is in fact a model of one particular expert (or a compilation of many) and can be used as any other type of model (e.g. mathematical, physical, simulation, etc.) to solve relevant problems.

Most expert systems are based on a consultation paradigm with a diagnostic and/or prescriptive framework in which to consider various possibilities in order to recommend a course of action. These applications of AI have similar aims to those of operations research: there is a subjective assessment of probabilities in both decision analysis and knowledge engineering (the elicitation and representation of the expert's knowledge in the system). In fact, DSS developers and knowledge engineers perform almost identical tasks.

A synthesis of artificial intelligence and decision analysis would thus provide user-friendly assistance in problem perception and structuring in order to make recommendations. Such a joint approach to decision-making can provide many benefits. For example, an expert system is capable of explaining, and therefore justifying, its conclusions and recommendations. This will increase the liklihood that a decision-maker will, in the first place, use the system, and in the second place, consider its advice seriously. The decision-maker always has the option of accepting or rejecting any system outputs.

An intelligent DSS will likely increase the rationality, knowledge, expertise and reasoning powers of human decision makers, far beyond the capabilities of a DSS. As more intelligence is put into the decision support system, the system will become accessible to a greater number of people. This is because the more expertise is contained in the system, the less expertise is required of the user. The benefits here will spill over into the implementation stage. The more user friendly, easier to learn, intelligent DSS will probably induce less resistance on the part of the user. As more people begin to use the system, more decisions will be made, and the system will improve in both efficiency and effectiveness.

Expert systems have been used extensively and successfully in medical decision-making. MYCIN, the best known expert system that diagnoses bacterial infections and prescribes appropriate medication, is in fact a DSS in every sense of the word. MYCIN aids physicians in their decisions on what treatment to pursue, which test to order and what to prescribe. MYCIN consists of three subsystems: a consultation system, with approximately 200 decision rules, an explanation system, that can give reasons for all decisions, and a rule acquisition system, that allows new rules to be added to the system in a consistent manner. It is very probable that most expert systems are DSS, since human experts are usually consulted when a decision needs to be made; however, the reverse is far from true (most DSS are not 'intelligent' !)

In summary, the potential contribution of expert systems to DSS is to shift emphasis from decision theories, concerning the nature of the decision and of the decision-maker. to the actual problem to be solved. Intelligent DSS view decisions as problems of search in some specified domain of alternatives. Heuristics are used at each decision node to evaluate any consequences and arrive at a set of possible strategies for problem resolution. This becomes a process of bounded reality, in which choices are made by applying formal rules to partial information in ways that are precise but not based on a simple model of deduction and proof.

Decision analysis systems can use AI techniques to help management weigh options and plan strategies, help make decisions or analyze decisions already made. The intelligent DSS is thus best suited to the role of a checklist to supplement fallible and limited human memory and an expert consultant to help guide you through the steps of the decisional process. The effectiveness of such system, however, will only be as good as the input supplied by the user - the old 'garbage-in-garbage-out' maxim still

applies. A DSS supports and analyzes decisions but does not make them for you. The best alternative can be suggested or the principles you applied in arriving at a decision can be deduces but the decision-maker has the final say.

At present, even intelligent DSS (IDSS) can only imitate the "psycho-logic" of a decision-maker's mind. This raises many issues, among them: who will be held responsible for a decision aided by an IDSS? Who will assume the risk inherent in almost all decisions? An intelligent DSS runs the risk of becoming everyone's favorite scapegoat. Other, more philosophical issues include defining the fundamental approach to an IDSS: to what extent can a rationally put together AI system take over the irrational, creative and often conflicting thinking of humans? Is this possible and should this be a goal?

Thus the MIS concept appears to be slowly evolving into the intelligent DSS concept which approximates reasoning in database query and problem solving. Intelligent DSS will be of particular importance in enhancing office productivity and management environments beyond the limited storage and retrieval functions of conventional databases. IDSS is expected to increase white collar productivity in much the same way CAD/CAM and robotics technologies are expected to increase blue-collar productivity. Knowledge-based systems will provide new tools for information management and decision support. By understanding the content of text, these systems will enable decision-makers to make more effective decisions. It is thought by some that expert systems will do for decision-making what the spreadsheet did for number crunching. However, people are rarely conscious of the nature of their decision making whereas spreadsheets support a process that is well understood.

5.3 Examples of IDSS

Besides the well-known medical decision making systems, intelligent DSS may be found for financial advice, investment aid, car buying help, tax advice, project management, plant site selection, long range corporate planning and legal liability decisions, among others. An intelligent DSS can be formulated for most types of decision, ranging from simple catalog selection decisions to complex, situational analyses with a large number of interacting factors. Again, the only significant limits to what these systems can do is how much information is available about the decision

process. This is true even of the inductive expert systems, which induce the rules used from examples of 'good' decisions. Although this approach has the advantage of not requiring the decision-maker to be put his approach into words, a large number of precedents or case studies are required as input.

One can use a variety of approaches to IDSS: the simplest is to use a ready-made application system as is or modify it somewhat to tailor it to your needs. Another is to use expert system shells to develop the required type of IDSS so as to not have to worry about the programming code or interface design. It is also possible to develop the system from scratch, writing code in AI languages such as LISP or PROLOG, or in more conventional languages such as C, FORTRAN, etc. There is a tradeoff in that while the ready made system is the easiest approach it is also the least flexible one. Similarly, there is a tradeoff in the programming language used: while higher level languages are best for AI systems, they are not as adaptable nor as efficient as the more conventional ones. The strategy undertaken will very much depend on the nature of the decision and the overall goals of the organization. Table 5 shows some specific applications that have been developedto date.

Table 5. Intelligent Decision Support Systems

Forecasting [5]
- assists metereological analysis of observational data and past forecasts to predict severe storms

Programming Support Environment [6]
- assists in the design, coding, debugging and testing of programs
- database management system that accomodates queries and updates database
- tutors by explaining its reasoning and learns from examples and mistakes to enhance the knowledge base

Welfare Eligibility System [11]
- used to categorize welfare applications as to eligibility and amount of benefits entitled to (if eligible)
- collects data concerning eligibility, verifies this data, explains rights and responsibilities of applicants and calculates benefits

Bibliography - articles

[1] Benenett, P. (1985). On Linking Approaches to Decision Aiding: Issues and Prospects. IORS, 36, 8, 659-669.

[2] Chang, C. (1983). Decision Support in an Imperfect World. IEEE83, 240-247.

[3] de Jong, K. (1982). Intelligent Control - Integrating Artificial Intelligence and Control Theory. IEEE82, 158-161.

[4] Efstathiou, J and Rajkovic, V. (1979). Multiattribute Decision Ranking Using a Fuzzy Heuristic Approach. IEEE SMC, 9, 326-333

[5] Gaffney, J. (1983). A Learning Interpretative Decision Algorithm for Severe Storm Forecasting. AAA183, 278-284.

[6] Harandi, M. (1983). A Knowledge-Based Programming Support Tool. IEEE83, 233-239.

[7] Lawrence, D. (1986). Les systèmes de support décisionnel: de nouvelles perspectives pour le monde des affaires? CIPS Review July/August, 1986.

[8] O'Keefe, M. (1985). Expert Systems and Operations Research - Mutual Benefits. IORS, 36 2, 125-129.

[9] Pearl, J., Leal, A. and Saleh, J. (1982) GODDESS: A Goal Directed Decision Structuring System. IEEE PAMI, 4, 3 250-261.

[10] Sage, A. and White, C. (1984). ARIADNE: A Knowledge-Based Interactive System for Planning and Decision Support. IEEE SMC, 14, 1, 35-47.

[11] Subrahmanian, E. (1983). An Analysis of Welfare Eligibitity Determination Interview: A Planning Approach. AAAI83, 398-401.

[12] Sutherland, J. (1985). Assessing the Artificial Intelligence Contribution to Decision Technology. IEEE SMC, 16, 1, 3-20.

[13] Stolfo, S. (1983) Knowledge Engineering: Theory and Practice IEEE 83, 97-104.

[14] van Nunen, J. and Wessels, J. (1984). On Using Discrete Random Models Within Decision Support Systems. European Journal of Operations Research, 15, 141-159.

[15] Zadeh, L. (1973). Outline of A New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes. IEEE SMC, 3, 1, 28.

Books

Alter, S. (1980). Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenges. Reading, Mass: Addison-Wesley.

Briston, R. and Liversidge, J. (1981). A Practical Approach to Business Investment Decision. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.

Keen, P. and Morton, M. (1978). Decision Support Systems: and Organizational Perspective. London: Addison-Wesley.

Negoita, C. (1985) Expert Systems and Fuzzy Systems. Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc.

Winograd, T. and Flores, F. (1986) Understanding Computers and Cognition. New Jersey: Ablex Publishing.

Gouvernement du Canada
Ministère des Communications

Government of Canada
Department of Communications

Le Centre canadien de recherche sur l'informatisation du travail
Canadian Workplace Automation Research Centre

LES SYSTEMES INTELLIGENTS D'AIDE À LA DÉCISION : UNE APPROCHE PRATIQUE

par

Kim Dalkir

Ce rapport est le résultat de recherches effectuées au
Centre canadien de recherche sur l'informatisation du travail

Communications Canada

Laval

Novembre 1987

No. cat. 28-1/69-1990F
ISBN 0-662-96426-8

SOMMAIRE

Le présent rapport constitue un examen de l'état actuel de la technique en matière de systèmes intelligents d'aide à la décision; il vise à déterminer ce qui distingue ces systèmes des autres systèmes informatisés et, en particulier, comment on peut utiliser les techniques d'intelligence artificielle pour augmenter la puissance des systèmes d'aide à la décision. En outre, nous y analysons plusieurs Taxonomies des systèmes d'aide à la décision afin de développer un modèle de classification plus complet.

La méthodologie de la conception du développement et de l'implantation des systèmes d'aide à la décision y est décrite. Nous y avons inclus les diverses façons de représenter le processus de décision, les diverses méthodes utilisées pour évaluer le rendement des systèmes et les différentes théories pouvant servir de fondement à la technologie de l'aide à la décision. Les étapes initiales de l'analyse et de la conception des systèmes comprennent l'identification du problème à régler et des besoins des utilisateurs qui seront satisfaits par le système, de même que l'identification précise des utilisateurs cibles. Nous traitons ces sujets avec l'intention d'incorporer dans le présent rapport l'approche actuellement utilisée pour créer des systèmes d'application d'intelligence artificielle, en particulier des systèmes experts.

Enfin, le rapport présente les avantages et les inconvénients des systèmes d'aide à la décision et propose l'utilisation des techniques d'intelligence artificielle, en particulier des systèmes experts, comme un bon moyen de retenir tous les avantages des systèmes classiques d'aide à la décision tout en compensant leurs défauts. Nous incluons quelques exemples de systèmes intelligents d'aide à la décision actuellement en voie de développement afin de donner au lecteur une idée de la situation actuelle dans ce domaine de recherche.

1. Introduction

1.1 Qu'est-ce qu'un système d'aide à la décision (SAD)?

Un système d'aide à la décision est un système (informatisé) destiné à appuyer les activités de décision qui ne sont pas entièrement structurées en mettant à la disposition de l'utilisateur des ensembles de données et des conseils. Système (pas nécessairement un ordinateur, mais l'ensemble du système qui sera touché par la décision : homme, machine, organisation, environnement, etc.), Aide (c.-à-d. non pas un moyen de remplacement mais une assistance pour perfectionner la prise de décision) et Décision (un problème à régler, une mesure à prendre). Les SAD sont des approches homme-machine à la prise de décision, un moyen systématique d'augmenter l'efficacité de la prise de décision (et pas nécessairement son efficience, qui suppose la réduction du temps et des frais d'exécution d'une tâche).

Un SAD se compose de matériaux (en partage de temps, systèmes graphiques, micro-ordinateurs, réseaux de télécommunications), de logiciels (systèmes de gestion de bases de données, langages de simulation, progiciels d'applications) et de personnes (analystes et concepteurs de SAD, utilisateurs bien disposés). En outre, il vise un type particulier de problèmes - soit les décisions semi-structurées. On peut définir la structure de la façon suivante : si les trois grandes étapes d'une décision intelligence (identifier le problème), conception (déterminer les solutions possibles) et choix (choix de la meilleure solution) sont connues, la décision est structurée; si aucune n'est connue, la décision n'est pas structurée; dans tous les autres cas, la décision est semi-structurée. Par exemple, renouveler les stocks lorsqu'ils baissent sous un certain niveau constitue une décision structurée, alors qu'engager un gestionnaire est un geste qui repose entièrement sur un jugement subjectif et qui constitue donc une décision non structurée. Le choix du meilleur emplacement pour une nouvelle usine, par exemple, serait un bon problème semi-structuré pour un SAD (voir la figure 1).

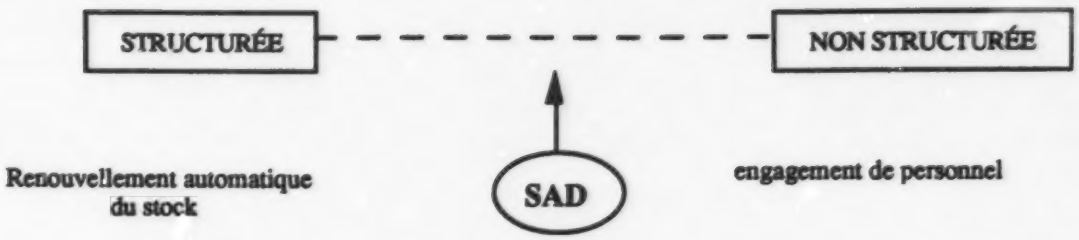


Figure 1. Spectre des décisions

Les SAD peuvent être utilisés tant dans un sens descriptif (l'autre dans lesquelles se prennent les décisions) que dans un sens prescriptif (la manière dont elles devraient se prendre). Les utilisateurs de SAD acquièrent donc de l'information afin de prendre une décision et reçoivent du système des recommandations. On peut considérer un SAD comme un système de résolution de problèmes ou comme un système de consultation évolué; l'utilisateur en tire de l'information et prend ses décisions manuellement. Le niveau le plus simple d'un SAD serait qu'un tableur et un SAD complet de haut niveau aurait les caractéristiques suivantes : expressions en langue naturelle qui ressemble à l'anglais, accès à des bases de données externes, fonctions graphiques d'usage facile pour illustrer les résultats et analyse d'hypothèses (extrapolation, analyse des risques).

Le SAD est un moyen de créer, de réviser, de vérifier et d'utiliser un modèle de décision, qui est une abstraction quantitative ou logique de la réalité, destinée à aider quelqu'un à prendre une décision (c.-à-d. les quantités en jeu et les relations entre elles). La prise de décision traditionnelle repose sur l'optimisation et n'utilise qu'une seule mesure pour classer les solutions possibles par ordre de préférence. Avec un SAD, nous voulons plutôt améliorer la qualité des décisions prises, à la satisfaction du décideur. Un des moyens d'améliorer cette qualité, c'est de fournir au décideur plus d'information, de l'information pertinente. Le SAD renfermera des faits, des règles ainsi que de l'information moins tangible comme des opinions, des jugements et des suppositions bien fondées. La connaissance requise peut être de nature explicite, logique ou heuristique. Un SAD peut assister le décideur aux prises avec des problèmes non structurés en améliorant sa compréhension et son jugement plutôt qu'en fournissant une solution "unique" à ses problèmes.

1.2 Quelle relation y a-t-il entre les SAD et les autres domaines?

Le SAD est une approche interdisciplinaire à la résolution de problèmes qui fait appel à de nombreux domaines : l'économie de l'information (l'analyse de décisions, la valeur de l'information), la science de la gestion (la modélisation, la simulation, l'optimisation, l'heuristique, la théorie de la décision), la science du comportement (la résistance de l'utilisateur à la mise en oeuvre de nouveaux systèmes, la formation de l'utilisateur, les styles cognitifs des décideurs), l'informatique théorique (le matériel, le logiciel, l'analyse et la conception de systèmes) et la gestion de l'information (la différence entre l'information et les données; qui a besoin de quelle information, quand, où et pourquoi; le flux et le contrôle de l'information). La figure 2 montre les différentes disciplines qui contribuent au SAD.

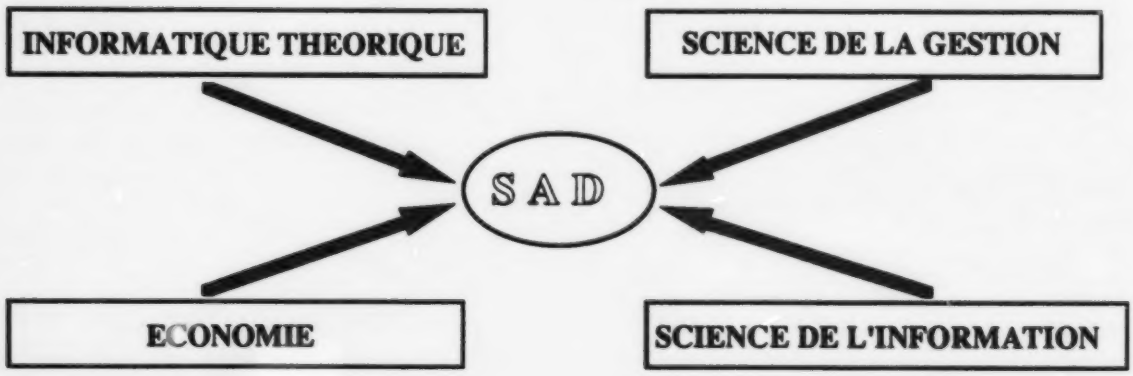


Figure 2. Nature interdisciplinaire des SAD

Le SAD a un contexte plus vaste et une nature plus évoluée que les autres disciplines connexes. Les systèmes intégrés de gestion (SIG), par exemple, traitent des tâches structurées avec des procédures d'exploitation standards, des règles de décision et des flux informationnels fiables. Leur but est d'augmenter l'efficacité et le rendement. La recherche opérationnelle et la science de la gestion traitent également de problèmes structurés et cherchent à trouver de meilleures solutions à l'aide de techniques d'optimisation. Les SAD se distinguent par le fait qu'ils visent des décisions davantage fondées sur le jugement en vue d'augmenter l'efficacité (voir la figure 3).

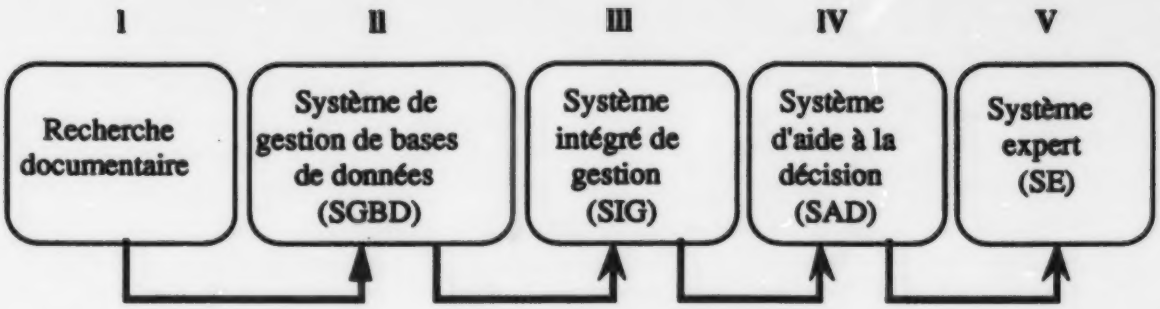


Figure 3. Nature évolutionniste des SAD

Le besoin de traiter de l'information peut être continu si des décisions sont prises assez régulièrement. Des rapports périodiques sont nécessaires pour ces décisions régulières, et les systèmes informatiques répondent bien à ce besoin. Toutefois, certaines décisions n'ont pas à être prises fréquemment ou ne doivent être prises qu'une seule fois. Pour cela, il faut procéder à une analyse d'information spéciale et avoir un plus grand soutien décisionnel, besoin auquel les SAD répondent bien. L'informatique tend à fournir des solutions techniques à des problèmes techniques en générant automatiquement des rapports standards. Le SAD, lui, traite de problèmes et de demandes d'informations de nature imprévue, spéciale. Un SIG intelligent constituerait ainsi une approche hybride à la prise de décision où seraient combinées des caractéristiques du SIG classique aux techniques de l'intelligence artificielle (voir la figure 4).

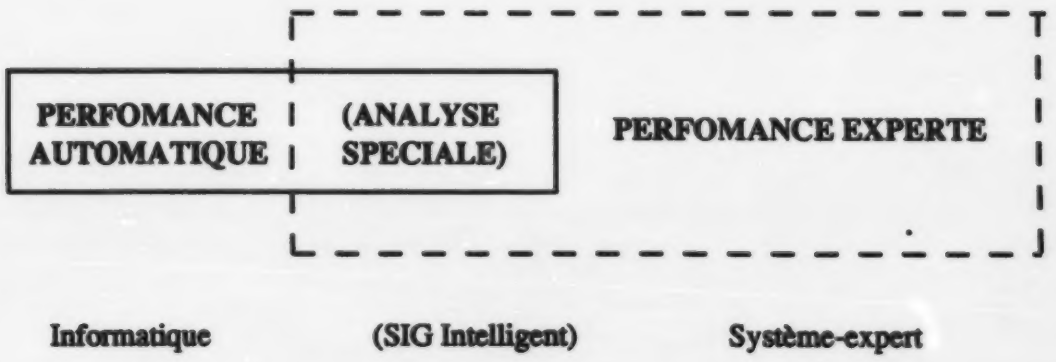


Figure 4. Chevauchement entre systèmes-experts et SIG

En résumé, on peut dire qu'un SAD est une forme plus évoluée de soutien informatique qui va plus loin que les simples saisie et manipulation de l'information afin d'offrir une assistance plus grande, et qui couvre tous les aspects d'une décision pour fournir à l'utilisateur des résultats plus sophistiqués (voir la figure 5).

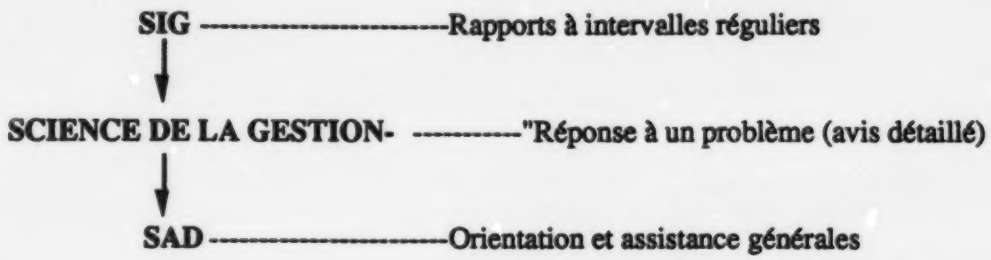


Figure 5. Résultats sophistiqués

2. Taxonomie

2.1 Schèmes de classification des SAD

On peut catégoriser les SAD selon divers facteurs. Les principaux critères sont : la nature de la décision, l'utilisateur du système, le risque inhérent à la décision et le mode d'utilisation. Ces critères sont brièvement expliqués ci-dessous.

2.1.1 Nature de la décision

Les décisions varient selon le type, la fréquence, le nombre, la conséquence (résultat final, élément servant à la prise d'une autre décision), l'endroit où elles sont prises, le décideur (personne, groupe), le niveau organisationnel et l'environnement (ou le contexte). Une Taxonomie possible est un spectre ayant des décisions programmées à une extrémité et d'autres non programmées à l'autre extrémité. Une décision programmée est routinière, répétitive et plus ou moins standard, comme le traitement de la paie toutes les deux semaines. Les décisions non programmées sont plus risquées et uniques, ou elles sont prises très rarement ou même qu'une seule fois, comme la décision de fusionner deux sociétés. Les SAD sont surtout indiqués pour les décisions "semi-programmées", ayant une certaine structure mais présentant aussi un niveau élevé d'incertitude.

2.1.2 Risque

Le risque inhérent au processus de prise de décision est un autre critère. Le processus se déroule habituellement dans un climat de certitude, de risque ou d'incertitude. La certitude caractérise une situation dans laquelle on a une connaissance complète de toutes les stratégies et de toutes les conséquences possibles. Le risque, lui, marque une situation dans laquelle toutes les solutions possibles, toutes les stratégies et toutes les conséquences probables sont connues. Enfin, l'incertitude reproduit la même situation que celle marquée par le risque, mais à laquelle s'ajoutent des probabilités inconnues.

2.1.3 Utilisateurs finals

L'utilisateur réel d'un SAD peut être une personne ou un groupe, le décideur lui-même ou un intermédiaire. Au début, on croyait qu'il y aurait un terminal dans le bureau de chaque gestionnaire, mais comme le gros de la réflexion se fait hors ligne et puisque la plupart des décisions sont sporadiques et ne nécessitent qu'une brève période d'analyse, la chose ne s'est pas produite. Les utilisateurs types des SAD sont donc les informaticiens qui communiquent directement avec le système (en ligne ou hors ligne) pour recevoir et décoder de l'information. D'autres utilisateurs sont les intermédiaires qui filtrent et interprètent les résultats générés par le système et les expliquent aux décideurs. Les décideurs peuvent être les utilisateurs finals du SAD s'ils prennent leurs décisions en se fondant directement sur les résultats produits par le système.

2.1.4 Mode d'utilisation

Il y a une dichotomie de base dans le mode d'utilisation des SAD, soit l'utilisation en ligne ou hors ligne (technologie interactive ou technologie du traitement par lots). On peut dire qu'il y a quatre grands modes d'utilisation : le mode terminal, où le décideur a un accès direct en ligne au système, le mode commis, où le décideur a un accès direct mais hors ligne, le mode souscription, où le décideur reçoit automatiquement et périodiquement des rapports standards, ainsi que le mode intermédiaire, où le décideur reçoit l'information d'intermédiaires qui analysent les résultats générés par le système et produisent un rapport. Le mode le plus fréquemment utilisé est le mode souscription, malgré son manque de souplesse et la production de papier inutile.

2.1.5 Autres schèmes

D'autres schèmes de classification peuvent être basés sur la nature des données introduites dans le SAD (données, nombres au hasard pour des modèles de simulation), le domaine fonctionnel d'utilisation (marketing, finances, etc.), la perspective de la décision (planification stratégique, contrôle) et le niveau de spécificité du système (utilisé pour une application précise ou pour la prise de décision en général).

2.2 Taxonomie recommandée

La sortie d'un SAD peut varier d'un seul élément d'information à une analyse de décision complète avec recommandations. À cette fin, le schème taxinomique proposé aide à visualiser l'écart qui existe entre un système de gestion de bases de données (SGBD), un SAD et un système-expert (SE). Il semble y avoir une dichotomie entre les SAD basés sur la connaissance, qui peuvent stocker et utiliser des bases de données volumineuses propres à résoudre les problèmes dans un domaine particulier, et les SAD basés sur les situations, qui sont indépendants du domaine et qui acquièrent des connaissances, génèrent des inférences et analysent des décisions. Les SAD basés sur la connaissance fournissent de l'information factuelle et les systèmes basés sur les situations, des conseils sur la décision à prendre.

Il existe une autre dichotomie parallèle entre les SAD procéduraux, auxquels on doit "indiquer" chaque étape à exécuter, et les systèmes définitionnels, qui lisent et en quelque sorte comprennent le problème comme des personnes. Ceux-ci sont des SAD basés sur les situations, le système ultime étant un système qui imite le comportement d'un décideur "expert". On trouve les deux différences entre les troisième et quatrième catégories indiquées ci-dessous.

Tableau 1. Taxonomie des systèmes d'aide à la décision

CATÉGORIE	DESCRIPTION
I. Recherche documentaire	accès immédiat aux données en mémoire (p. ex. système d'inventaire mécanisé)
II. Recherche sélective	manipulation et analyse des données (p. ex. analyse de budget spéciale)
III. Calculs	accès et manipulation de bases de données mesurent les conséquences d'actions prévues (p. ex. analyse de rentabilité par tableur)
IV. Modèles	modèles de comptabilité, modèles de représentation optimisation et recommandations (p. ex. analyse des risques, affectation des ressources)
V. Inférences	proposent et/ou prennent des décisions (p. ex. un système-expert pour configurer des ordinateurs)

2.3 Exemples de SAD

Nous donnons ci-dessous quelques exemples de SAD représentatifs pour illustrer la diversité des applications courantes. Parmi celles-ci, on compte les systèmes consultatifs sur le choix de manuels pour instructeurs ou sur le choix de carrière, la gestion de projets, la gestion de données et les systèmes de planification à court terme pour entreprises. Des recherches sont en cours en vue de développer des outils SAD pour aider à la conception d'application. L'un de ces systèmes, GODDESS [9], est un SAD indépendant du domaine qui aide à structurer et à représenter les problèmes de décision. Ce système aide à cerner les problèmes à l'aide d'arbres de décision.

Tableau 2. Systèmes d'aide à la décision

Portfolio Management System (Système de gestion de portefeuilles)

- administre les portefeuilles des clients, donne des conseils sur les placements
- aide à analyser les portefeuilles, à extraire l'information voulue

CAUSE (Computer-Assisted Underwriting System at Equitable)

- aide les assureurs à calculer les taux de renouvellement des polices de groupe
- de 500 à 1 000 calculs sont nécessaires, doit choisir les calculs pertinents
- réduction de la mobilité de la main-d'oeuvre, réduction du temps et des coûts de formation

BIS (Budget Information System) Système de gestion de budgets

- rapports et états interactifs sur les écarts, les pertes et profits
- sert à la planification, à l'interrogation, à l'analyse et à l'édition de rapports sans structure imposée

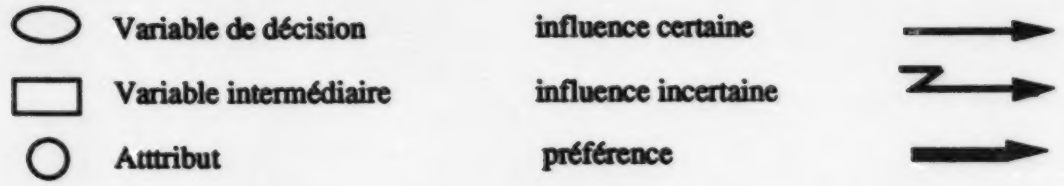
IMS (Interactive Management System) Système de gestion interactif

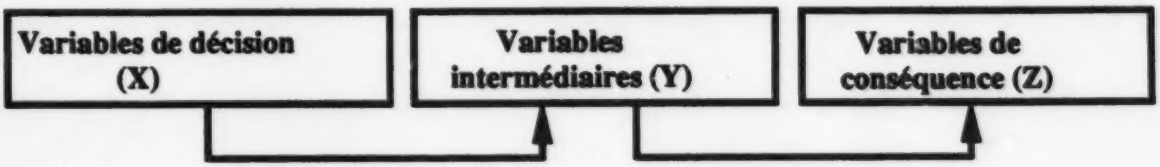
- donne des conseils sur le choix de médias pour la publicité
- identifie les caractéristiques des marchés cibles
- analyse la segmentation du marché afin de déterminer la composition optimale des médias

CLC (Cost of Living Council)

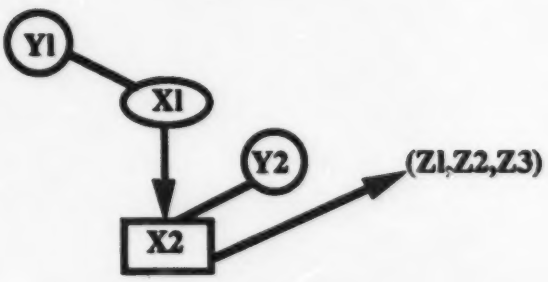
- vise à régulariser les salaires et les prix afin de respecter le plan économique du gouvernement des E.-U.
- donne des conseils en matière de politique et mesure le respect de la politique

Voici certains des symboles conventionnels utilisés :





A. MODELE DE DECISION



B. ARBRE DE DECISION

Figure 6. Exemples de représentations de décisions

3. Développement des SAD

3.1 Représentation du processus de décision

Un modèle de décision quantitatif est simplement une relation mathématique entre les variables intervenant dans la décision. Ces variables peuvent être des variables de décision, qui sont contrôlées directement par le décideur, des variables intermédiaires, qui lient les décisions aux conséquences, ou des variables de conséquence, qui mesurent le rendement ('attributs'). On utilise d'abord un arbre de décision pour modéliser ces variables. Il s'agit d'une représentation graphique de la relation entre les variables qui montre les dépendances, les noeuds de décision et toutes les conséquences possibles.

Le réalisateur du SAD doit s'assurer que cet arbre est complet (que tous les facteurs importants sont inclus), minimal (non redondant), facile à comprendre (pas de variables ambiguës) et mesurable (que les effets des variables de décision sur les attributs peuvent être évalués). L'étape suivante consiste à transformer l'arbre de décision en un schéma d'influences qui élucide la nature exacte de toutes les variables et de toutes les relations entre elles. Le schéma d'influences montre le problème et cerne le concept du modèle de décision. La figure 6 donne des exemples de représentations du processus de décision.

Le schéma d'influences est un modèle, une représentation de l'information à la disposition du décideur; c'est une étape de grande valeur dans l'étude de tout type de processus de décision.

3.2 Conception et implantation des SAD

Une fois que le réalisateur du SAD a compris le processus de décision, il peut explorer les moyens possibles de l'améliorer. Il doit comprendre comment fonctionnent les décideurs afin de pouvoir s'adapter au contexte particulier de chacun et d'appuyer efficacement la prise de décision. En plus de décrire le processus de décision, de définir les décisions-clés et de déterminer les domaines dans lesquels le SAD peut être utile, le réalisateur du SAD doit également cerner les facteurs de risques et

formuler les stratégies possibles pour leur faire face. Une approche recommandée consiste à diviser le projet en parties pouvant être gérées, soit à l'aide de prototypes, soit en utilisant une approche évolutionniste en développement de systèmes. Cete approche permet de réduire la complexité de la décision et le risque qu'elle entraîne, en particulier dans sa mise en oeuvre.

Des mesures préliminaires doivent être prises avec la participation et l'engagement de l'utilisateur afin de 'vendre' le SAD efficacement. Les besoins de l'utilisateur doivent être pris en compte lorsque vient le temps d'institutionnaliser le système : il faut lui fournir une formation ainsi qu'un soutien continu et adapter le système à ses besoins particuliers. Il faut effectuer une analyse des risques de la mise en oeuvre ainsi que l'habituelle analyse coûts-bénéfices avant d'entreprendre tout travail de développement afin de prévoir, et d'éviter, espérons-le, certains des problèmes qui peuvent se présenter au moment de l'implantation.

La conception initiale du SAD sera nécessairement incomplète étant donné la nature du problème. Il s'agit d'abord de déterminer ce qui doit être fait et quelles sont les décisions-clés afin de définir un modèle normatif (ce que le processus de décision devrait être). La différence entre les modèles réel et normatif est une mesure à la fois du rendement potentiel du système et de la difficulté prévue pour le mettre en oeuvre. Cette approche permet d'avancer une série de solutions et de conceptions possibles en vue d'en choisir une (ou d'en synthétiser une à partir de certaines ou de l'ensemble de ces solutions). Bien entendu, le choix final sera dans une certaine mesure fondé sur le jugement. Il faut ensuite valider, raffiner et mettre à jour le SAD pour l'adapter aux changements survenus dans les besoins ou dans la portée du problème. Le cycle de développement des SAD est indiqué au tableau 3.

L'implantation d'un SAD peut se révéler plus complexe que sa conception, surtout s'il est destiné aux gestionnaires. Le réalisateur du SAD joue donc un rôle de soutien et de gestionnaire du changement plutôt qu'un rôle de technicien. Les facteurs humains ne peuvent être masqués et la mise en oeuvre réussie d'un SAD nécessite un gros travail de planification. Les utilisateurs ont besoin de beaucoup de formation et d'assistance; ils devraient aussi participer activement à presque tous les aspects de l'étape de la conception. Plus l'utilisateur final aura participé à la conception du système, plus facilement il l'utilisera une fois qu'il sera en place.

Tableau 3. Développement des SAD

STADE	DESCRIPTION
Formuler la décision	- comprendre la décision à prendre - définir les besoins, les objectifs, les contraintes - établir un système de valeurs pour évaluer les choix - énumérer tous les choix, toutes les options, toutes les conséquences
Analyser le problème de décision	- déterminer l'impact et le risque de chaque choix - identifier toutes les variables et les relations - définir leur nature (certitude, préférence) - préciser leurs limites et leurs poids
Modéliser le problème de décision	- structure (arbre de décision, graphique d'influences) - analyse d'hypothèses pour chaque choix possible
Valider le problème de décision	- chiffres externes, données requises - comparer avec la performance individuelle (humaine) - évaluer la validité des décisions, des variables - étendre et raffiner le modèle

4. Fondations des SAD

4.1 Problèmes, besoins et utilisateurs visés

Les situations dans lesquelles un SAD peut être utile présentent les caractéristiques suivantes :

1. Présence d'une base de données volumineuse à laquelle il est difficile d'accéder et qu'il est difficile de conceptualiser;

2. Besoin de manipuler cette base de données ou de trouver une solution basée sur elle;

3. Réponse pressante;

4. ugement dont il faut faire preuve pour reconnaître le problème, les diverses solutions possibles et la solution finale elle-même.

Le SAD aide le décideur à visualiser le problème intégralement (à avoir une vue plus globale de la situation), ainsi qu'à suivre les détails et les calculs, tout en tenant compte des faits les plus utiles et des facteurs à plus long terme, et lui fournit une méthodologie pour qu'il mette à l'essai différentes hypothèses (simulations).

Le SAD a pour rôle de faire progresser le décideur vers l'extrémité structurée du spectre de décision, rendant ainsi la prise de décision plus ordonnée, donc plus facile. Les problèmes semi-structurés sont ceux qui conviennent le mieux aux SAD. Ils peuvent habituellement être réglés après une consultation de vingt minutes avec une personne compétente et supposent habituellement un choix parmi quelques douzaines de solutions possibles. Les problèmes auxquels s'adressent les SAD sont généralement des problèmes non prévus; l'information dont il faudra disposer ne peut donc pas être spécifiée d'avance. D'habitude, les données viennent de sources multiples et ont tendance à être vagues, imprécises, incertaines et même incomplètes, ce qui crée un problème de grande ampleur.

On développe souvent les SAD afin d'améliorer l'efficacité plutôt que le rendement proprement dit. L'amélioration du rendement personnel (réduire le temps et les efforts nécessaires à l'accomplissement de tâches de bureau) peut aider à améliorer l'efficacité,

mais il y a d'autres mesures dont il faut tenir compte: mieux résoudre les problèmes (en moins de temps et avec des résultats plus précis), faciliter la communication interpersonnelle (persuasion et justification du choix de l'utilisation d'un SAD, fournir des concepts ainsi qu'un vocabulaire communs), promouvoir l'apprentissage et la formation (meilleure compréhension de la décision) et augmenter le contrôle au sein de l'organisation (examen des décisions et contrôle de leur qualité).

4.2 Théorie de base de la décision

Le développement d'un SAD commande une connaissance approfondie du processus de prise de décision. Le SAD doit avoir un cadre descriptif du problème pour pouvoir exécuter ses fonctions prescriptives (autrement dit, il faut d'abord analyser un système avant d'entreprendre des améliorations quelconques). Il y a deux facteurs importants dont il faut tenir compte : la nature du décideur et la nature de la décision elle-même.

4.2.1 Décideur

Il existe diverses perceptions du décideur correspondant aux différences dans la façon des gens d'acquérir et d'utiliser l'information et de prendre des décisions, ainsi que dans la façon des groupes de traiter les décisions. Voici cinq perceptions courantes:

1. ***Personne rationelle*** - celle entièrement informée qui mène une analyse coûts-bénéfices et qui prend une décision d'après une analyse de décision et la théorie des jeux (situation idéale).

2. ***Personne pratique*** - cellequi utilise des procédés empiriques et qui fonctionne dans une rationalité circonscrite pour arriver à prendre des décisions "acceptables" (une perception plus réaliste du décideur).

3. ***Procédures organisationnelles*** - les décisions sont le résultat de procédures d'exploitation standards et l'organisation est vue comme une chaîne de centres de décision reliés par des réseaux de communication communs.

4. *Visée politique* - les décideurs participent à un processus de négociation et les décisions sont prises sous certaines contraintes.

5. *Individualité* - théorie de la complexité cognitive (chaque personne a un niveau optimal d'assimilation de l'information - trop d'information entraîne la panique, trop peu, l'ennui), et l'importance du style cognitif du décideur.

Il semble également que les décideurs, quel que soit leur style cognitif, préfèrent l'information verbale aux documents, ainsi que les rencontres personnelles brèves contrairement aux longues présentations, ce dont il faut tenir compte lorsqu'on conçoit pour eux des aides à la décision.

4.2.2 Décisions

La prise de décision se fait généralement en trois étapes : énumération de toutes les stratégies possibles, détermination des conséquences de chaque stratégie, et comparaison et évaluation de chaque ensemble de conséquences. Bien entendu, personne ne peut connaître toutes les solutions et conséquences possibles - un décideur ne peut donc pas être entièrement rationnel. Il y a tout simplement trop de solutions possibles et trop d'informations à traiter de manière complète et systématique.

L'approche traditionnelle à la prise de décision veut que le décideur soit une personne rationnelle et très bien informée, qui va prendre des décisions dans le meilleur intérêt - économique - de l'organisation. Toutefois, bien des problèmes n'ont pas tous des considérations économiques, comme les questions politiques, sociales et personnelles qu'il faut traiter. La rationalité devient donc presque impossible; on parle alors de rationalité circonscrite, retenue par les expériences, les antécédents et les valeurs de la personne. Ces contraintes sont définies par la structure de décision.

Les théories de décision offrent donc des conseils aux décideurs humains en évaluant le problème à résoudre ainsi que les plans proposés pour régler la situation, dans le cadre de ces limites de la réalité. Un bref aperçu des diverses méthodologies de décision est donné ci-après (en ordre croissant de sophistication) :

Méthodologie heuristique

1. ***Règles appliquées une à une*** - appliquer chaque règle par étapes à chaque solution possible, obtenir un résultat pour chacune, les accepter/rejeter à divers degrés d'après les résultats obtenus.

2. ***Règles lexicographiques*** - classer toutes les solutions possibles selon la règle la plus importante; si elle se rangent ex aequo, appliquer la deuxième règle en importance; etc.

3. ***Balayage mixte*** - (analyse de concordance, optimalité de Pareto) : obtenir une liste courte (élimination initiale) en omettant toutes les solutions possibles qui sont clairement dominées par une autre selon tous les critères.

4. ***Principe du moindre engagement*** - éviter les décisions prématurées et/ou arbitraires, éviter de les prendre tant que l'on n'a pas suffisamment d'information (mais faire attention aux impasses, lorsque des décisions doivent être prises mais qu'il n'y a pas de raisons qui obligent à les prendre).

Méthodologie mathématique

1. ***Maximax*** - optimiser en choisissant la solution ayant la plus grande valeur prévue (probabilité multipliée par le rendement).

2. ***Maximin*** - approche pessimiste, choisir le rendement le plus élevé parmi les pires solutions possibles (la meilleure des plus mauvaises).

3. ***Minimax*** - approche du regret, minimiser le regret postérieur à la décision (la différence entre le rendement réel et le rendement potentiel) en choisissant le rendement le plus probable.

4. ***Critère de décision de Laplace*** - le principe de la raison insuffisante; en l'absence d'information, présumer que toutes les probabilités sont égales pour toutes les solutions possibles et choisir le meilleur rendement.

5. *Techniques d'optimisation* - programmation linéaire, programmation dynamique, etc.; choisir la meilleure solution possible; déterminer ce qu'il faut maximiser ou minimiser et identifier les solutions possibles, les variables de décisions et les contraintes.

6. *Analyse d'arbre de décision* (valeur prévue) - déterminer toutes les conséquences, leurs probabilités d'occurrence ainsi que le rendement ou la valeur, calculer la valeur prévue (rendement multiplié par la probabilité) pour chaque point de décision et choisir la branche ayant la valeur prévue résultante la plus élevée (somme de tous les noeuds).

Les méthcdologies 1 à 5 sont des approches mathématiques qui utilisent surtout des représentations matricielles des solutions possibles afin d'évaluer chacune de ces solutions. L'approche de l'arbre de décision fait usage de diagrammes et de calculs mathématiques à chaque noeud de décision pour en arriver à une valeur globale pour toutes les branches.

Méthodologies spécialisées

1. *Théorie de la décision multi-attributs* (MAUT)

Cette théorie s'applique à un type spécial de résolution de problèmes humains structurés où le choix de la solution est basé sur un certain nombre d'attributs de manière à atteindre les buts de l'environnement du décideur. Le problème est complexe parce qu'il faut identifier, obtenir et traiter toute l'information nécessaire. Un moyen de surmonter la question de la complexité consiste à décomposer le problème en sous-problèmes, plus faciles à gérer. On peut alors évaluer les sous-problèmes séparément et indépendamment tenant compte des différentes dimensions, puis obtenir une utile association au moyen d'une fonction complexe des variables de rendement. MAUT convient bien aux environnements de décision ayant des objectifs multiples, conflictuels et de mesures différentes.

2. *Théories de la décision de groupe*

Bien des décisions sont prises par plus d'un décideur. Les élections et les comités en sont de bons exemples. Les décisions collectives posent le problème supplémentaire de l'agrégation des évaluations subjectives en une décision globale (méthodologies de la résolution des conflits). Voici quelques approches à la prise de décision de groupe :

i. Vote majoritaire - le moyen le plus simple et le plus courant.

ii Règle de Borda - utiliser la force des préférences individuelles pour résoudre les conflits.

iii. Utilité cardinale - attribuer à chaque solution possible une cote numérique en faisant la moyenne de toutes les cotes individuelles accordées.

iv. Négociation - chaque personne essaie de maximiser son propre gain dans le cadre d'une méthodologie de négociation collective.

v. Additivité traiter le groupe comme une personne et maximiser l'avantage collectif en se mettant d'accord sur un schème de pondération :
   - délégation - une seule personne décide (le président);
   - règles de décision - l'utilité pour le groupe est égale à la somme des utilités individuelles;
   - substitution - essayer le schème de décision de chaque personne et choisir le meilleur.

3. *Théorie des ensembles flous [15]*

Cette théorie est nécessaire pour les problèmes complexes et définis sans précision, de même que pour les décisions qui nécessitent des inférences. La complexité du monde réel peut être le mieux modélisée à l'aide d'ensembles flous, ou de variables, qui ne sont pas définis comme des fonctions discrètes. Par exemple, dans l'usage quotidien, nous avons tendance à dire "autour de 50", "très grand", "pas tout à fait ça", etc. Ces expressions sont des variables floues ou des variables linguistiques, mais elles peuvent quand même être traitées de façon mathématique. La seule difficulté consiste à définir l'appartenance d'un ensemble flou. L'une des façons d'y parvenir, c'est de dire que les concepts flous sont des adjectifs pour les entités (noms) ou des adverbes pour les relations (verbes).

4.3 Avantages et limites des SAD

L'avantage de l'utilisation d'un SAD, c'est de pouvoir obtenir sur demande l'information mise à jour. Le SAD permet d'optimiser le temps de réponse et le nombre de décisions qui peuvent être prises. Il permet également au décideur d'analyser plus de

solutions possibles, ce qui améliore la qualité de la décision. Les SAD peuvent donc avoir un impact important sur la prise de décision en offrant un meilleur environnement à la résolution de problèmes, un environnement qui met l'accent sur les éléments pertinents et qui sépare les faits des jugements. À l'aide de tels systèmes, les données peuvent être traitées par des modèles de décision plus complexes et la collecte ainsi que la présentation des données peuvent plus facilement être adaptées aux besoins du décideur.

Le plus grand avantage d'un SAD, toutefois, c'est la cohérence, l'uniformité avec laquelle il applique les critères de décision. Après tout, c'est parce qu'il ne tient pas compte de tous les facteurs pertinents à la décision, soit par manque de mémoire, soit par manque d'information, que les décideurs ne peuvent se comporter de manière idéale. Il leur est également difficile de soupeser tous les facteurs de façon appropriée et de tenir compte des interactions entre les critères (comme les substitutions possibles). Pour noircir davantage le tableau, il arrive souvent qu'à la longue les décideurs ne prennent pas de décisions cohérentes, ils diffèrent aussi dans leur manière de prendre les décisions. Bien qu'il ne soit pas nécessaire que tous les décideurs utilisent la même méthode pour prendre toutes leurs décisions, ils devraient le faire de manière systématique et complète.

Si les SAD peuvent aider à compenser les capacités limitées des décideurs, les aides à la décision informatisées ont leurs propres limites. Certains de leurs principaux inconvénients sont traités ci-après.

4.3.1 Problèmes fondamentaux

Idéalement, un SAD devrait pouvoir répondre aux types de questions qui suivent : Qu'est-il vraiment arrivé dans le passé? Qu'est-ce qui arrive maintenant? Qu'est-ce qui arrivera dans le futur? Que puis-je faire maintenant pour modeler l'avenir que je veux? À l'heure actuelle, les SAD ne peuvent que nous aider à répondre à ces questions, mais non y répondre directement. Il y a quatre types de questions que l'on peut poser : des questions factuelles (accès direct à un élément d'information), factuelles inférentielles (interprétation nécessaire), causales inférentielles (questions du type pourquoi) et prédictives (questions de simulation). Les SAD peuvent traiter des questions factuelles et certaines formes de questions prédictives, mais ils ne peuvent faire aucune inférence sur la base des connaissances nécessaires au processus de prise

de décision. De plus, comme il n'existe pas de données réelles sur la façon dont les décisions de tout type sont prises par les décideurs humains, le SAD quel qu'il soit peut difficilement appuyer avec efficacité la prise de décision.

4.3.2 Problèmes techniques

Plus le SAD est complexe, plus il est probable que des problèmes techniques se présenteront. Il y a entre autres les problèmes classiques de matériel et de logiciel, comme le dépassement de la capacité de mémoire et les erreurs de programmes. Il peut aussi y avoir des problèmes de conception plus fondamentaux qui ne sont pas aussi apparents, comme des hypothèses inappropriées concernant les utilisateurs, ou le fait de s'être attaqué au mauvais problème au départ. Il y aura probablement divers problèmes du côté des utilisateurs résultant de ces difficultés, particulièrement si l'interface de l'utilisateur n'a pas été conçue adéquatement. De plus, les données que requiert le système peuvent nature (incorrectes, périmées), ou trop abondantes, ou insuffisantes, ou inexistantes.

4.3.3 Problèmes humains

Les problèmes quant aux utilisateurs, se posent habituellement à l'étape de la mise en oeuvre d'un SAD. On peut dire que plus le système est innovateur, plus sa mise en oeuvre soulèvera dela résistance de la part des utilisateurs. On ne peut pas tout simplement installer un SAD, puis se retirer Il faut tenir compte de facteurs comme la motivation, la peur du remplacement, ainsi que des styles cognitifs et habitudes de travail individuels. Un SAD exigent donc des perspectives multiples du processus de décision, que l'on ne peut avoir à l'heure actuelle. Par exemple, il y a deux grands styles cognitifs dans la prise de décision : analytique et intuitif. L'individu analytique est systématique, algorithmique; le décideur intuitif, lui, a une perspective plus globale, heuristique. Les environnements d'un SAD conventionnel sont plus efficaces pour le décideur analytique et ne peuvent, à l'heure actuelle, satisfaire entièrement les styles cognitifs intuitifs.

4.3.4 Rendement

Bien qu'il y ait de nombreuses applications de SAD actuellement en usage, des études ont montré que le décideur humain moyen peut faire mieux que ces applications. Cela a été clairement prouvé dans le cas de l'évaluation et du choix de projets de recherche et de développement où des décisions devraient être prises quant au financement. Les problèmes d'évaluation jouent également un rôle; ils sont traités ci-après.

4.4 Évaluation des SAD

Les utilisateurs de SAD ont besoin plus qu'un modèle descriptif du processus de décision. Ils ont besoin également d'un modèle prescriptif qui leur permet de prendre de meilleures décisions, ce qui suppose une certaine d'évaluer les progrès Il est difficile d'évaluer les SAD à cause de l'évolution qui les caractérise et des problèmes qu'on aurait à juger de la qualité des décisions. Les avantages immédiats des SAD ne sont peut-être pas évidents pas plus qu'on ne peut pas conclure qu'une même décision n'aurait pas pu être prise sans l'utilisation du système.

Pour pouvoir améliorer une séquence de prise de décision, un SAD doit avoir :

1. une définition a priori de l'amélioration;
2. un processus pour suivre les progrès au-delà du but fixé;
3. un processus d'examen formel pour déterminer le moment où le système est complet (le réalisateur d'un SAD a donc besoin d'un plan pour mener le projet à un niveau qu'il peut gérer).

Divers moyens s'offrent à nous pour évaluer le SAD : les résultats des décisions, les processus de décision, le concept de la situation du décideur, les changements de procédures, l'analyse coûts-bénéfices, les mesures du service, l'évaluation du SAD par le décideur et l'évidence anecdotique. Il est préférable d'essayer plusieurs de ces moyens, en n'oubliant pas que certaines améliorations peuvent également être attribuables à des facteurs externes au SAD (p. ex. l'effet Hawthorne, lorsque le groupe de contrôle essaie de surpasser le groupe expérimental).

Pour chaque SAD à évaluer, nous devons donc poser les questions suivantes : Qu'essayons-nous d'accomplir? Quels critères détermineront l'échec ou la réussite? Comment saurons-nous que le système est complet? Comment pourrons-nous déterminer si l'effort déployé valait le coût? (Voir le tableau 4.).

Tableau 4. Évaluation d'un SAD

I. Le système sa configuration technique et son fonctionnement.

II. Le problème quel est le problème à régler et quel est l'effet sur l'utilisateur.?

III. L'utilisateur qui utilise le système et de quelle façon.?

IV. L'implantationcomment le SAD a-t-il été installé, quels problèmes se sont posés (le cas échéant) et comment ils ont été traités.?

V. L'impact quel a été l'impact du SAD et comment a-t-il été mesuré.?

VI. L'évaluation le système a-t-il été une réussite ou un échec et pourquoi?

VII. Analyse rétrospectivece qu'on a appris, et comment le système se compare-t-il à d'autres, qu'est-ce qui doit être amélioré.?

Il semble donc y avoir deux importantes pierres d'achoppement dans un environnement d'un SAD : le manque de capacités inférentielles et l'incapacité d'un tel système à répondre aux besoins de différents types d'utilisateurs. Ces deux obstacles peuvent toutefois se retrouver facilement dans une autre technologie en voie de développement - celle des systèmes-experts. La synergie possible entre la technologie des systèmes-experts et celle des SAD fait l'objet de la section suivante.

5. Regards vers l'avenir

5.1 Progrès technologiques

Les tendances en matière de SAD indiquent des attentes, des connaissances technologiques et des compétences quantitatives plus grandes de la part des décideurs, ainsi que des progrès considérables dans la technologie de base (matériel et logiciel). Avec une augmentation de certaine familiarité qu'on développe avec les ordinateurs en général, on assistera à une diminution de la résistance envers la plupart des systèmes informatiques. Tout laisse croire que les environnements de SAD deviendront de plus en plus courants.

Ces changements peuvent améliorer l'efficacité des SAD et peut-être transformer radicalement notre façon de prendre des décisions. En augmentant le volume de l'information disponible à la prise de décisions et en la diversifiant, on peut s'attendre à ce que la qualité des décisions s'améliore. En retour, cela accélérera l'allure à laquelle les décisions sont prises et à laquelle on s'attendra à ce qu'elle soient prises.

L'une des possibilités, c'est que dans le futur, les réalisateurs de SAD pourront construire leurs systèmes de façon modulaire en choisissant dans une bibliothèque les blocs de fonctions qu'ils veulent. Parmi les logiciels standards il pourrait y avoir des générateurs de rapports, des analyseurs de statistiques, un courrier électronique, etc. Ces fonctions pourraient être choisies et acheminées par l'intermédiaire de réseaux téléphoniques au système d'application précis en voie de développement.

Une autre tendance est l'augmentation du prix des logiciels, accompagnée d'une diminution des prix des matériels. En conséquence on assistera à une plus grande décentralisation de la prise de décision, une amélioration de l'analyse quantitative et suivies de meilleures décisions. Malheureusement, ces progrès technologiques n'ont pas été accompagnés d'une augmentation de la capacité de suivre, de filtrer et d'analyser sélectivement des volumes importants d'information. Au lieu de cela, il en est résulté un volume énorme d'information avec une utilisation très inefficace des SAD. Ce dont on a besoin maintenant plus que jamais, c'est d'un traitement intelligent de l'information - un système de gestion des connaissances.

Une approche possible consiste à examiner les avantages d'associer la technologie des SAD à celle des systèmes-experts qui sont les applications les plus réussies à ce jour

de la technologie de l'intelligence artificielle. La combinaison de ces deux technologies permettra de fournir aux décideurs une aide encore plus sophistiquée, dotée de capacités d'inférence. De tels systèmes intelligents d'aide à la décision (SIAD) agiraient plus comme experts-conseils auprès du décideur que les SAD conventionnels, qui sont davantage utiles comme des commis de bureau.

5.2 SAD intelligents

Le domaine de l'intelligence artificielle offre beaucoup de potentiel pour les applications de prise de décision. La modélisation et la représentation des connaissances, le raisonnement, la déduction et la résolution de problèmes, la recherche heuristique et les systèmes-experts sont des domaines qui se chevauchent. Les systèmes-experts basés sur les connaissances sont des programmes qui peuvent donner des conseils et analyser de l'information complexe dans un domaine précis, presque comme un expert humain le ferait. Un système-expert est en fait un modèle d'un expert (ou d'un groupe nombreux d'experts) et peut être utilisé comme tout autre type de modèle (p. ex. mathématique, physique, simulation, etc.) pour résoudre des problèmes pertinents.

La plupart des systèmes-experts sont basés sur un paradigme de consultation avec un cadre diagnostique et/ou prescriptif dans lequel ils analysent diverses possibilités en vue de recommander une ligne de conduite. Ces applications de l'IA ont des buts semblables à ceux de la recherche opérationnelle : il y a une évaluation subjective des probabilités dans l'analyse décisionnelle et dans l'ingénierie de la connaissance (l'acquisition et la représentation des connaissances de l'expert dans le système). En fait, les réalisateurs de SAD et les ingénieurs de la connaissance remplissent des tâches presque identiques.

Une synthèse de l'intelligence artificielle et de l'analyse de décision fournirait donc une assistance conviviale dans la perception et la structuration des problèmes en vue de faire des recommandations. Une telle approche conjointe à la prise de décision peut offrir de nombreux avantages. Par exemple, un système-expert peut expliquer, et par conséquent justifier, ses conclusions et recommandations. Devant une telle possibilité, les chances qu'un décideur, d'une part, utilise le système et, d'autre part, prenne ses conseils au sérieux augmentent. Le décideur a toujours le choix d'accepter ou de rejeter les résultats du système.

Un SAD intelligent augmentera probablement la rationalité, les connaissances, l'expertise et les pouvoirs de raisonnement des décideurs humains, bien au-delà des capacités d'un SAD. À mesure qu'il sera doté de plus d'intelligence, le système d'aide à la décision deviendra accessible à un plus grand nombre de personnes. En effet, plus le système renferme de connaissances, moins l'utilisateur a besoin d'en avoir. Les avantages, ici, se repercuteront à l'étape de l'implantation . Plus convivial, plus facile à apprendre et plus intelligent, le SAD suscitera probablement moins de résistance de la part de l'utilisateur. À mesure que le nombre des utilisateurs du système s'accroîtra, davantage de décisions seront prises, et l'efficacité ainsi que l'efficience du système augmenteront.

Les systèmes-experts sont utilisés intensivement et avec succès dans la prise de décisions médicales. MYCIN, le système-expert le plus connu qui diagnostique les infections bactériennes et prescrit les médicaments appropriés, est en fait un SAD dans tous les sens du mot. MYCIN aide les médecins à décider du traitement à poursuivre, des tests à faire passer et des médicaments à prescrire. MYCIN se compose de trois sous-systèmes : un système de consultation, qui compte environ 200 règles, un système d'explication, qui peut donner les raisons de toutes les décisions, et un système d'acquisition de règles, qui permet l'addition de nouvelles règles au système d'une manière uniforme. Il est fort probable que la plupart des systèmes-experts sont des SAD puisqu'on consulte habituellement des experts humains lorsqu'une décision doit être prise; l'inverse, toutefois, est loin d'être vrai (la plupart des SAD ne sont pas "intelligents").

En résumé, l'association des systèmes-experts aux SAD permettrait de transférer les théories de décisions, selon la nature de la décision et celle du décideur, vers le problème à régler. Les SAD intelligents voient les décisions comme des problèmes de recherche dans certains domaines précis de solutions possibles. L'heuristique est utilisée à chaque noeud de décision pour évaluer toutes les conséquences et en arriver à un ensemble de stratégies possibles afin de résoudre le problème. La démarche devient un processus de réalité circonscrite, dans lequel des choix sont faits par l'application de règles formelles à de l'information partielle, selon des manières précises mais non basées sur un simple modèle de déduction et de preuve.

Les systèmes d'analyse de décision peuvent utiliser les techniques d'IA pour aider les dirigeants à soupeser les options et à planifier les stratégies, pour les aider à prendre des décisions ou à analyser des décisions déjà prises. Le SAD intelligent

jouerait donc le rôle d'une liste de contrôle qui viendrait soutenir la mémoire humaine faillible et limitée et celui d'un expert-conseil vous aidant à franchir les diverses étapes du processus décisionnel. L'efficacité d'un tel système, toutefois, dépend de la qualité de l'information fournie par l'utilisateur. La vieille maxime "à données inexactes, résultats erronés" s'applique encore.

Le SAD aide à prendre des décisions et analyse, mais il ne les prend pas pour vous. Il peut vous suggérer la meilleure solution ou déduire des principes que vous avez appliqués pour en arriver à une décision, mais c'est vous, le décideur, qui avez le dernier mot.

À l'heure actuelle, même les SAD intelligents peuvent seulement imiter la "psycho-logique" de l'esprit d'un décideur. Cette situation soulève de nombreuses questions, dont les suivantes : Qui sera tenu responsable d'une décision appuyée par un SIAD? Qui assumera le risque inhérent à presque toutes les décisions? Un SAD intelligent risque de devenir le bouc émissaire favori de tous. D'autres questions plus philosophiques se posent, entre autres la définition de l'approche fondamentale au SIAD : dans quelle mesure un système d'IA construit rationnellement peut-il remplacer la pensée irrationnelle, créatrice et souvent conflictuelle de l'homme? Cela est-il possible et est-ce souhaitable?

Le concept du SIG semble donc évoluer lentement vers le concept du SAD intelligent, qui se rapproche du raisonnement en consultation de bases de données et en résolution de problèmes. Les SAD intelligents seront particulièrement importants pour améliorer la productivité au bureau et les environnements de gestion au-delà des fonctions restreintes de stockage et de consultation des bases de données conventionnelles. Avec les SIAD, on s'attend à ce que la productivité des cols blancs augmente autant que celle des cols bleus avec la CAO/FAO et la robotique. Les systèmes basés sur les connaissances fourniront de nouveaux outils pour la gestion de l'information et l'aide à la décision. En comprenant le contenu d'un texte, ces systèmes permettront aux décideurs de prendre des décisions plus efficaces. Certains pensent que les systèmes-experts seront à la prise de décision ce que le tableur à été au calcul. Toutefois, les gens sont rarement conscients de la nature de leur prise de décision, alors que les tableurs appuient un processus qui est bien compris.

5.3 Exemples de SIAD

En plus des systèmes bien connus de prise de décisions médicales, il existe des SIAD pour la consultation financière, l'aide à l'investissement, l'aide à l'achat de voitures, la consultation fiscale, la gestion de projets, le choix de l'emplacement d'une usine, la planification à long terme des entreprises et les décisions en matière de responsabilité légale, entre autres domaines. Un SAD intelligent peut être formulé pour la plupart des types de décisions, qu'il s'agisse d'un simple choix dans un catalogue ou d'analyses situationnelles complexes dans lesquelles de nombreux facteurs entrent en jeu. Ici encore, la seule limite importante aux capacités de ces systèmes est la quantité d'information disponible sur le processus de décision. Cela est vrai même pour les systèmes-experts inductifs, qui induisent les règles utilisées à partir d'exemples de "bonnes" décisions. Bien que cette approche n'oblige pas le décideur à formuler son approche, de nombreux précédents ou de nombreuses études de cas doivent être introduits dans le système comme données d'entrée.

On peut utiliser diverses approches aux SIAD : la plus simple consiste à prendre tel quel un progiciel ou de le modifier quelque peu afin de l'adapter à ses besoins. Une autre approche serait d'utiliser des systèmes-experts génériques pour développer le type de SIAD voulu de manière à ne pas avoir à se soucier du code de programmation ou de la conception de l'interface. On peut également développer le système à partir de zéro, en le programmant dans un langage d'IA comme LISP ou PROLOG, ou dans un langage plus conventionnel comme C, FORTRAN, etc. Il y a un choix à faire car, bien que l'approche du système tout prêt soit la plus facile, elle est aussi la moins souple. Il y a également un choix à faire dans le langage de programmation : si les langages évolués conviennent mieux aux systèmes d'IA, ils ne sont pas aussi adaptables ni aussi efficaces que les langages plus conventionnels. La stratégie dépendra beaucoup de la nature de la décision et des buts d'ensemble de l'organisation. Le tableau 5 énumère quelques applications particulières qui ont déjà été développées.

Tableau 5 Systèmes Intelligents d'Aide à la décision

Forecasting (prévisions) [5]

- facilite l'analyse météorologique des données d'observation et des prévisions passées pour prévoir les tempêtes violentes

Programming Support Environment (environnement d'aide à la programmation) [6]

- aide à la conception, au codage, à la mise au point et à l'essai de programmes système de gestion de base de données qui permet les consultations et met à jour la base de données
- enseigne en expliquant son raisonnement et apprend à partir des exemples et des erreurs afin d'améliorer la base de connaissances

Welfare Eligibility System (système d'admissibilité aux prestations de bien-être) [11]

- utilisé pour catégoriser les demandes de prestations selon l'admissibilité et le montant des prestations payables (en cas d'admissibilité)
- collecte des données sur l'admissibilité, vérifie ces données, explique les droits et responsabilités des demandeurs et calcule les prestations

Bibliographie - articles

[1] Bennett, P. (1985). On Linking Approaches to Decision Aiding: Issues and Prospects. IORS.36, 8, 659-669.

[2] Chang, C. (1983). Decision Support in an Imperfect World. IEEE83, 240-247.

[3] de Jong, K. (1982). Intelligent Control - Integrating Artificial Intelligence and Control Theory. IEEE82, 158-161.

[4] Efstathiou, J. et Rajkovic, V. (1979). Multiattribute Decision Ranking Using a Fuzzy Heuristic Approach. IEEE SMC, 9, 326-333.

[5] Gaffney, J. (1983). A Learning Interpretative Decision Algorithm for Severe Storm Forecasting. AAA183, 278-284.

[6] Harandi, M. (1983). A Knowledge-Based Programming Support Tool. IEEE83, 233-239.

[7] Lawrence, D. (1986). Les systèmes de support décisionnel: de nouvelles perspectives pour le monde des affaires? CIPS Review, July/August, 1986.

[8] O'Keefe, M. (1985). Expert Systems and Operations Research - Mutual Benefits. IORS, 36, 2, 125-129.

[9] Pearl, J., Leal, A. et Saleh, J. (1982). GODDESS: a Goal Directed Decision Structuring System. IEEE PAMI, 4, 3 250-261.

[10] Sage, A. et White, C. (1984). ARIADNE: a Knowledge-Based Interactive System for Planning and Decision Support. IEEE SMC, 14, 1, 35-47.

[11] Subrahmanian, E. (1983). An Analysis of Welfare Eligibility Determination Interview: a Planning Approach. AAA183, 398-401.

[12] Sutherland, J. (1985). Assessing the Artificial Intelligence Contribution to Decision Technology. IEEE SMC, 16, 1, 3-20.

[13] Stolfo, S. (1983). Knowledge Engineering: Theory and Practice. IEEE83, 97-104.

[14] van Nunen, J. et Wessels, J. (1984). On Using Discrete Random Models within Decision Support Systems. European Journal of Operations Research, 15, 141-159.

[15] Zadeh, L. (1973). Outline of A New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes. IEEE SMC, 3, 1, 28.

Livres

Alter, S. (1980). Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenges. Reading, Mass: Addison-Wesley.

Briston, R. et Liversidge, J. (1981). A Practical Approach to Business Investment Decisions. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.

Keen, P. et Morton, M. (1978). Decision Support Systems: an Organisational Perspective. London: Addison-Wesly.

Negoita, C. (1985). Expert Systems and Fuzzy Systems. Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc.

Winograd, T. et Flores, F. (1986). Understanding Computers and Cognition. New Jersey: Ablex Publishing.